POWER TRANSMITTERS COMPACT SERIE

FEATURES

METERING

* Direct power
* Reflected power
* Anode current
* Grid current
* Anode voltage
* Hour meter
* Indicator lights for:
- power on
- door open or loose connector
- anode current protection active
- grid current protection active
- VSWR protection active
- cavity temperature protection active
- transformer temperature protection active
- filament voltage protection active
- bias voltage protection active
- fan fault protection active
- anode insertion timer status
- anode power-up status
- shutdown after maximum number of fault conditions

* Reset system with fault counter
* Autoreset for occasional fault conditions
* Display of last fault cause prior to shutdown
* Current limiter for internal tube arching
* Current and temperature protection for H.T. transformer

MODEL	T 800-1	T 800-3	T 1200-1	T 1200-3	T 1500	T 1800	T 2000-3
POWER OUT	750 W	800 W	1200 W	1200 W	1500 W	1800 W	2000 W
POWER IN	24 W	24 W	28 W	28 W	40 W	50 W	60 W
TUBE COMPLEMENT	3CX800	3CX800	3CX1500	3CX1500	3CX1500	3CX1500	3CX1500
HARMONIC SUPPRESSION	–77 dBc	–77 dBc	–77 dBc	–77 dBc	–77 dBc	–77 dBc	–77 dBc
AC POWER REQUIREMENT	240 V. 50-60 Hz	240 or 380 V. 50-60 Hz, 3 phase	240 V, 50-60 Hz	240 or 380 V, 50-60 Hz, 3 phase	240 V, 50-60 Hz	240 V, 50-60 Hz	240 or 380 V, 50-60 Hz, 3 phase
RF IN/OUT IMPEDANCE	50 Ohms	50 Ohms	50 Ohms	50 Ohms	50 Ohms	50 Ohms	50 Ohms
GAIN	15 dB	15 dB	16 dB	16 dB	15.7 dB	15.5 dB	15.2 dB
TUNING RANGE	86-112 Mhz	86-112 Mhz	86-112 Mhz	86-112 Mhz	86-112 Mhz	86-112 Mhz	86-112 Mhz
REQUIRED RACK SPACES 8 INTO 19" STD RACK CABINET AND MAX REQUIRED RACK DEPTH 60 cm (24")							
WEIGHT	90 KG (198 LBS)	90 KG (198 LBS)	93 KG (204 1/2 LBS)	93 KG (204 1/2 LBS)	96 KG (211 1/4 LBS)	100 KG (220 LBS)	100 KG (220 LBS)

s.r.l.

Via G. Amendola n. 9 - Poggio Renatico (FE) Italy

Tel. 39/532829965
Fax 39/532829177

Spedizione in abbonamento postale gruppo IV/70, n. 1 - 1° sem. 1992

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

ANNO XLI NUMERO 1 - 1992 EDIZIONI NUOVA ERI - Via Arsenale, 41 - TORINO L. 8000

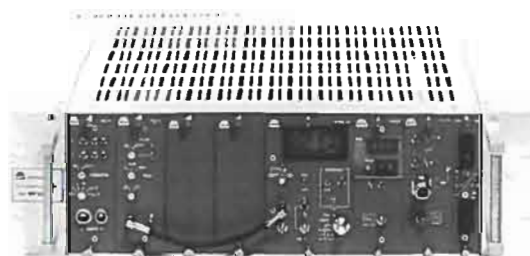
(Foto Tecnica)

Le Olimpiadi Invernali '92 trasmesse in HDMAC

NUMERO 1
ANNO XLI

APRILE 1992
DA PAGINA 1
A PAGINA 48

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Sommario: *pagina*

RIVISTA QUADRIMESTRALE
A CURA DELLA RAI
EDITA DALLA NUOVA ERI

DIRETTORE RESPONSABILE
GIANFRANCO BARBIERI

COMITATO DIRETTIVO
M. AGRESTI, F. ANGELI,
G. M. POLACCO, R. CAPRA

REDAZIONE
RENATO CAPRA
CENTRO RICERCHE RAI
CORSO GIAMBONE, 68
TEL. (011) 88 00 (int. 31 32)
10135 TORINO

Concessionaria esclusiva della pubblicità:
SOC. PER LA PUBBLICITÀ IN ITALIA (SPI)
20121 MILANO - VIA MANZONI 37 - TEL. (02) 63131

Distribuzione per l'Italia:
Parrini & C. - p. Indipendenza 11/B
00185 Roma - Tel. (06) 49.92

Affiliato alla Federazione Italiana Editori Giornali

Stampa: ILTE - Moncalieri (Torino)

Le Olimpiadi Invernali, svoltesi quest'anno ad Albertville, sono state anche trasmesse in Televisione ad Alta Definizione nello standard europeo HDMAC.
In Italia era possibile assistere, su invito, ai programmi in HDMAC nelle sale che le Sedi RAI di Milano, Napoli, Roma e Torino avevano predisposto.
La foto si riferisce alla sala di Torino, dove il direttore della Sede Regionale RAI per il Piemonte, dott. Emilio Pozzi, dà il benvenuto agli ospiti intervenuti in occasione della Cerimonia di Apertura dei Giochi Olimpici.

UNA COPIA L. 8000 (ESTERO L. 15000)
COPIA ARRETRATA L. 15000 (ESTERO L. 15000)
ABBONAMENTO ANNUALE L. 20000 (ESTERO L. 40000)
VERSAMENTI ALLA NUOVA ERI - VIA ARSENALE, 41 - TORINO-C.C.P. N. 26960104
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70
REG. ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C.P. DI TORINO AL N. 494 IN DATA 6-11-1951

CODIFICA DEL SEGNALE TELEVISIVO NUMERICO: QUANTIZZAZIONE E CODIFICA VETTORIALE DEI COEFFICIENTI DCT

L. BOCH, M. STROPPIANA*

SOMMARIO — I metodi basati sulla Trasformata Coseno Discreta per la riduzione della ridondanza del segnale televisivo a definizione convenzionale e del segnale HDTV sono stati oggetto di studio presso il Centro Ricerche della RAI. Gli algoritmi sviluppati utilizzano la quantizzazione scalare dei coefficienti DCT. I coefficienti quantizzati vengono codificati, sempre scalarmente, mediante codici a lunghezza variabile (VLC). Al fine di aumentare l'efficienza delle operazioni di quantizzazione e codifica si sono studiate le tecniche vettoriali e confrontate con le rispettive scalari. Nella prima parte dell'articolo si descrivono tali tecniche vettoriali, mentre nella seconda parte si riportano i risultati ottenuti con l'applicazione di tali metodi all'algoritmo di DCT Ibrida.

*SUMMARY — **Digital TV signal coding: vector quantization and coding of the DCT coefficients:** The methods for the bit-rate reduction of conventional and high definition video signals based on the Discrete Cosine Transform (DCT) have been studied at the RAI Research Centre. The developed algorithm applies scalar quantisation to the DCT coefficients. The quantised coefficients are entropy encoded by means of a Variable Length Code (VLC). To increase the performance of the coding system, vector quantisation and vector coding have been studied and compared with the previously adopted scalar approaches. Firstly the vector quantisation and coding techniques are described and then the results concerning the vector quantisation and coding are reported. A comparison between the scalar and vector operations is also depicted.*

1. Premessa

In precedenti articoli (bibl. 1, 2, 3 e 4) apparsi su questa rivista si sono descritti gli studi relativi all'algoritmo di codifica, mediante DCT (Discrete Cosine Transform), del segnale televisivo numerico. Tali studi svolti nell'ambito del progetto europeo di ricerca EUREKA EU-256[1] portarono alla definizione di una famiglia di co-decodificatori (bibl. 5) per la trasmissione numerica di segnali TV e HDTV con qualità contributo. Alcuni prototipi di co-decodificatori TV e HDTV sono già stati realizzati in hardware e dimostrati ad organismi internazionali, per esempio al CMTT/2 che ha il compito di definire un sistema di codifica per la trasmissione del segnale televisivo conforme alla Raccomandazione 601 del CCIR. I co-decodificatori HDTV, non ancora utilizzanti la compensazione del movimento, sono stati utilizzati per la trasmissione punto-multipunto del segnale HDTV codificato a circa 70 Mbit/s durante i mondiali di calcio «Italia '90» (bibl. 6). L'algoritmo sviluppato di DCT Ibrida, DCT spaziale bi-dimensionale e predizione DPCM (Differential Pulse Code Modulation) temporale, presenta un'elevata efficienza di codifica ed una grande robustezza contro gli errori residui di canale, errori presenti dopo la correzione operata dal FEC (Forward Error Correction). I coefficienti DCT sono quantizzati scalarmente e poi codificati, sempre scalarmente, mediante codici a lunghezza variabile (VLC, Variable Length Code). Prima della codifica a lunghezza variabile dei simboli si ha una codifica delle sequenze di zeri consecutivi lungo il percorso di scansione del blocco 8·8 (bibl. 4).

Al fine di aumentare l'efficienza delle operazioni di quantizzazione e codifica si sono esaminate le tecniche vettoriali. Nella prima parte dell'articolo viene descritta la quantizzazione e codifica vettoriale. Nella seconda parte dell'articolo vengono esposti i risultati ottenuti applicando tali tecniche all'algoritmo di DCT Ibrida descritto nella bibliografia citata precedentemente.

Il lavoro illustrato è stato condotto presso il *Centro Ricerche* RAI nell'ambito del progetto Finalizzato Telecomunicazioni del CNR, Sottoprogetto 3, Tema 3.4 «Studi sull'HDTV».

2. Generalità sulla codifica

I simboli emessi da una sorgente possono essere codificati singolarmente oppure raggruppati in blocchi prima della loro codifica. Si ottiene in tal modo una codifica vettoriale in quanto si formano vettori di dimensione k e ad ognuno di essi si associa un simbolo. Supponendo che ogni elemento del vettore possa assumere uno degli M valori che costituiscono l'alfabeto della sorgente, i vettori di dimensione k potranno assumere uno degli M^k valori costituenti l'alfabeto della sorgente che emette vettori. La codifica a lunghezza variabile dell'alfabeto della sorgente scalare o di quella vettoriale consiste nell'assegnare, ad ogni simbolo o vettore generato, una parola di codice la cui lunghezza, espressa in numero di bit, è inversamente proporzionale alla sua probabilità (bibl. 4).

2.1 Entropia di sorgente

Si consideri una sorgente discreta X che genera una sequenza $x_o, x_1, \ldots, x_n, \ldots$ di simboli che possono assumere ciascuno uno qualsiasi degli M valori a_j che costituiscono l'alfabeto A della sorgente.

Si indica con $I(a_j)$, l'*Informazione* di un generico valore a_j, appartenente all'alfabeto della sorgente discreta che risulta, espressa in bit (bibl. 7):

$$[1] \qquad I(a_j) = \log_2(1/p(a_j))$$

Il contenuto d'informazione media $H(x_n)$ del generico simbolo x_n è uguale all'entropia H(A) dell'alfabeto della sorgente e risulta:

$$[2] \qquad H(x_n) = H(A) = \sum_{j=1}^{M} p(a_j) \cdot I(a_j)$$

Se l'informazione è data dalla [1], ossia è espressa in bit, allora l'entropia rappresenta il minimo numero medio di bit necessari a codificare i simboli dell'alfabeto A e tale valore soddisfa la relazione:

$$[3] \qquad 0 \leq H(A) \leq \log_2(M)$$

dove $\log_2$ (M) indica l'entropia di un alfabeto in cui i simboli a_j hanno tutti la stessa probabilità $p(a_j) = 1/M$ di occorrenza.

Il contenuto medio d'informazione del generico simbolo x_n sarà in generale inferiore se si suppone la conoscenza del simbolo emesso dalla sorgente all'istante precedente $n-1$. L'entropia condizionata $H(x_n \mid x_{n-1})$ risulta:

$$[4] \qquad H(x_n \mid x_{n-1}) = -\sum\sum P(x_n, x_{n-1}) \cdot \log_2(P(x_n \mid x_{n-1}))$$

$H(x_n \mid x_{n-1})$ risulta minore od uguale all'entropia non condizionata $H(x_n)$; l'eguaglianza si verifica solo nel caso in cui i simboli emessi dalla sorgente sono indipendenti tra loro. L'entropia condizionata del simbolo x_n risulterà inoltre ancora minore se si suppone la conoscenza non solo del simbolo precedente x_{n-1}, ma anche del simbolo x_{n-2} e così via. Il suo valore è ottenuto, in tale caso, mediante una semplice estensione della [4].

Da quanto esposto sembra conveniente, in generale, raggruppare più simboli emessi dalla sorgente, ossia considerare per esempio l'entropia della coppia (x_n, x_{n-1}) che risulta:

$$[5] \qquad H(x_n, x_{n-1}) = H(x_{n-1}) + H(x_n \mid x_{n-1}) \leq \leq H(x_n) + H(x_{n-1})$$

ed è quindi, in generale, inferiore alla somma dell'entropia dei singoli simboli[2]. È facilmente intuibile che il guadagno aumenta se si raggruppano più simboli; nel caso in cui tutti i simboli emessi dalla sorgente siano raggruppati in un unico vettore si ottiene un'entropia pari a quella di sorgente. La [5] rappresenta il guadagno in termini di riduzione di entropia della codifica vettoriale rispetto a quella scalare; tale guadagno viene chiamato *guadagno di memoria*.

2.2 Codifica di sorgente

Si supponga di voler trasmettere i simboli di una sorgente su un canale binario.

Ad ogni simbolo deve essere associato un numero intero di bit. La *lunghezza media* $\tilde{n}$ delle parole di codice risulta quindi:

$$[6] \qquad \tilde{n} = \sum_{j=1}^{M} p(a_j) \cdot n_j$$

dove M indica il numero di simboli dell'alfabeto ed n_j il numero di bit della parola di codice associata al simbolo a_j dell'alfabeto.

Si può dimostrare che esiste almeno un codice (bibl. 7), soddisfacente la *regola del prefisso*, tale che:

$$[7] \qquad H(x) \leq \tilde{n} \leq H(x) + 1$$

La lunghezza media $\tilde{n}$ risulta uguale all'entropia dell'alfabeto solo nel caso in cui la probabilità di ogni simbolo sia data da:

$$[8] \qquad p(a_j) = 2^{-n_j}$$

Se si raggruppano k simboli emessi dalla sorgente e si codifica il vettore di dimensione k risultante, allora ad ogni vettore deve essere associato un simbolo costituito da un numero intero di bit; il numero medio di bit per vettore risulta:

$$[9] \qquad \tilde{n}_v = \sum_{j1=1}^{M} \cdots \sum_{jk=1}^{M} p(a_{j1}, \ldots, a_{jk}) \cdot n_{j1, \ldots, jk}$$

dove M indica il numero di simboli dell'alfabeto A ed $n_{j1, \ldots, jk}$ il numero di bit della parola di codice associata al vettore $(a_{j1}, \ldots, a_{jk})$. Il numero medio di bit per vettore $\tilde{n}_v$, risulta compreso tra i limiti definiti dalla [7]; supponendo indipendenti tra loro i simboli emessi dalla sorgente, il numero medio di bit per simbolo soddisfa la relazione:

$$[10] \qquad H(x) \leq \tilde{n} = \frac{\tilde{n}_v}{k} \leq H(x) + \frac{1}{k}$$

ossia rimane compreso tra l'entropia dell'alfabeto della sorgente e l'entropia $+ 1/k$ dove k indica la dimensione del vettore. Il risultato espresso dalla [10] è indicato come *guadagno di codifica* vettoriale.

Supponiamo di codificare vettorialmente un vettore v di dimensione k i cui elementi possono assumere M valori, il numero dei possibili valori assunti dal vettore è M^k. La dimensione dell'alfabeto per la codifica vettoriale cresce esponenzialmente con la dimensione dell'alfabeto;

---

* Ing. Laurent Boch del Politecnico di Torino, dott. Mario Stroppiana del Centro Ricerche RAI - Torino.

Dattiloscritto pervenuto alla redazione il 18 aprile 1991.

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del Progetto Finalizzato Telecomunicazioni del CNR.

1 Al progetto EU-256 partecipano il Centro Ricerche RAI, la Telettra Italiana, la Retevision, la Telettra Spagnola e l'Università Politecnica di Madrid.

2 Si ricorda che $H(x_n, x_{n-1}) = H(x_{n-1}) + H(x_n)$ solo nel caso in cui i due simboli sono indipendenti tra loro.

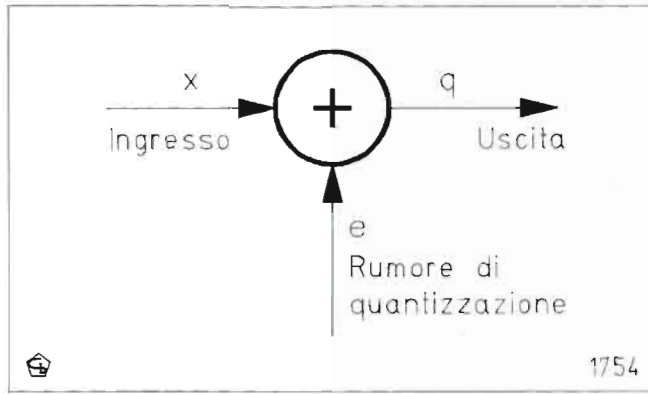



Fig. 1 — Modello additivo di un quantizzatore. L'errore di quantizzazione **e** è dato da: **e** = **q** - **x**, dove **q** indica il segnale quantizzato e **x** il segnale all'ingresso del quantizzatore.

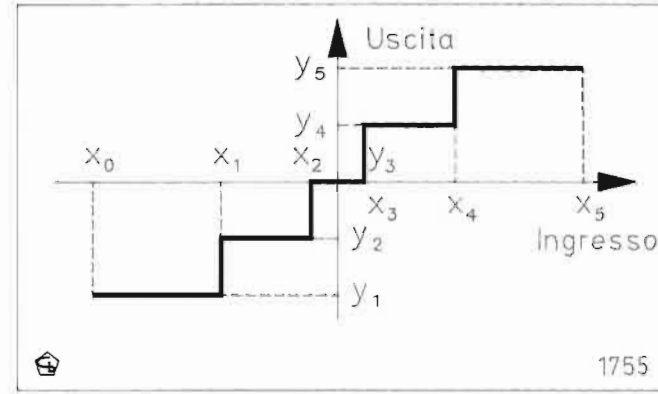



Fig. 2 — Caratteristica di un quantizzatore non uniforme con 5 livelli d'uscita, $N = 5$. Con $x_0, x_1, \ldots, x_5$ si sono indicate le soglie di separazione tra gli intervalli di quantizzazione e con $y_1, y_2, \ldots, y_5$ i valori d'uscita o livelli di restituzione del quantizzatore. Il quantizzatore ottimo fissato il numero di livelli N di uscita risulta quello che minimizza l'errore di quantizzazione e, dato da:

$$e = \sum_{i=1}^{N} \int_{x_{i-1}}^{x_i} (x - y_i)^2 \cdot p(x)dx$$

dove $p(x)$ indica la densità di distribuzione del segnale d'ingresso.

per applicazioni sul segnale video non codificato[3] si ha M = 256, quindi M^k risulta molto grande già nel caso $k = 2$.

3. Generalità sulla quantizzazione

Il processo di quantizzazione sostituisce campioni analogici con valori approssimati presi da un insieme finito di valori permessi. Il segnale campionato **q** consiste quindi di due componenti: il valore del segnale analogico d'ingresso **x**, che è il segnale utile, più il valore dell'errore di quantizzazione **e** che è il segnale di rumore, figura 1. La precisione del processo di quantizzazione risulta definita dal valore quadratico medio dell'errore di quantizzazione che deve quindi essere minimizzato.

Il quantizzatore può essere di tipo scalare oppure di tipo vettoriale.

3.1 QUANTIZZAZIONE SCALARE

Il quantizzatore scalare a N punti è definito specificando un insieme di $N + 1$ livelli $x_0, x_1, \ldots, x_N$ che definiscono gli intervalli in cui è spezzata la caratteristica di quantizzazione ed N valori d'uscita $y_1, y_2, \ldots, y_N$ associati a ciascun intervallo, come illustrato nelle figure 2 e 3. Gli intervalli del quantizzatore possono essere diversi tra loro, quantizzatore non uniforme, figura 2, oppure tutti uguali, quantizzatore uniforme, figura 3.

Il quantizzatore che, fissato il numero di livelli N di quantizzazione, minimizza il valore quadratico medio dell'errore di quantizzazione è detto quantizzatore «ottimo nel senso di Max» (bibl. 8) o secondo la «constrained resolution» ed è illustrato in figura 2.

L'ampiezza di ogni suo intervallo di quantizzazione è inversamente proporzionale alla probabilità di occorrenza del segnale da quantizzare all'interno dello stesso. la densità di distribuzione del segnale quantizzato e pressoché uniforme e quindi tale segnale può essere codificato con codici a lunghezza fissa (FLC, Fixed Lenght Code), dove la lunghezza in bit delle parole è determinata dal numero di livelli d'uscita del quantizzatore.

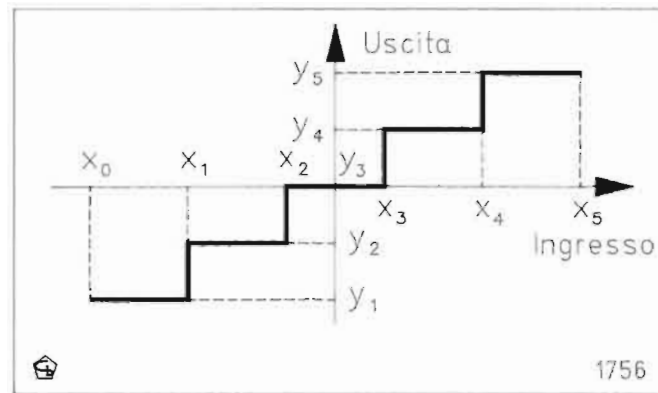



Fig. 3 — Caratteristica di un quantizzatore uniforme. La densità di distribuzione del segnale di uscita risulta non uniforme, per cui le prestazioni di tale quantizzatore devono essere definite dall'errore di quantizzazione e dato da:

$$e = \sum_{i=1}^{N} \int_{x_{0+(i-1)\cdot\delta x}}^{x_{0+i\cdot\delta x}} (x - y_i)^2 \cdot p(x)dx$$

dove δx indica l'intervallo costante tra le soglie del quantizzatore, e dall'entropia r del segnale quantizzato data da:

$$r = - \Sigma p_i \cdot \log_2 p_i$$

Con p_i si è indicata la probabilità del livello i-esimo del segnale quantizzato; tale probabilità risulta data da

$$p_i = \int_{x_{i-1}}^{x_i} p(x)dx$$

Le prestazione del quantizzatore uniforme sono molto vicine a quelle del quantizzatore ottimo con la condizione di «constrained entropy», ossia minimizzazione dell'errore di quantizzazione a parità di entropia del segnale quantizzato.

3 Si fa presente che la precisione dei coefficienti DCT del segnale video codificato mediante DPCM o trasformate è superiore ad 8 bit, 12 bit nello schema DCT definito dal CMTT/2, quindi in tale caso il valore di M risulta superiore.

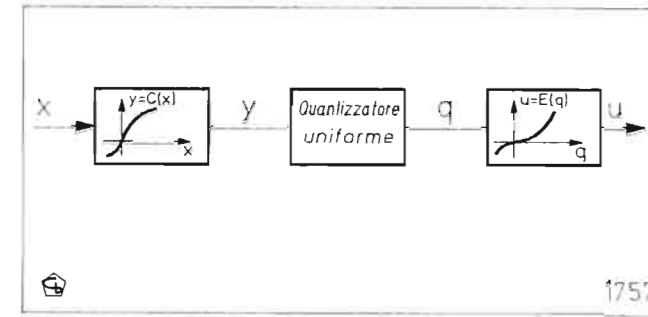



Fig. 4 — Quantizzatore non uniforme ottenuto ponendo un sistema non lineare prima e dopo il quantizzatore uniforme. Le condizioni di minimo errore di quantizzazione, quantizzatore ottimo, si hanno con:

$$C(x) = c \cdot \int_0^x [p(s)]^{1/3} ds, \quad E(x) = C^{-1}(x)$$

dove $p(x)$ indica la densità di distribuzione del segnale d'ingresso al compressore, $C(x)$ indica la caratteristica ingresso/uscita di compressione ed $E(x)$ indica la caratteristica ingresso/uscita dell'espansore.

Se il segnale da quantizzare ha una densità di distribuzione uniforme il quantizzatore ottimo nel senso di Max risulta quello uniforme. Tale constatazione permette la progettazione del quantizzatore ottimo mediante un compressore che rende uniforme la densità di distribuzione del segnale, un quantizzatore uniforme ed un espansore che ripristina la densità di distribuzione originaria del segnale, figura 4 (bibl. 9).

Il segnale in uscita dal quantizzatore uniforme ha una distribuzione statistica non uniforme il cui andamento è uguale a quello del segnale d'ingresso. Una codifica a lunghezza fissa del segnale quantizzato risulta, in questo caso, altamente inefficiente. Bisogna quindi utilizzare codici a lunghezza variabile (VLC, Variable Length Code) che assegnano ai vari livelli d'uscita del quantizzatore parole di codice la cui lunghezza è inversamente proporzionale alla probabilità di occorrenza del livello stesso (bibl. 4). In tale caso il quantizzatore ottimo risulta quello che minimizza l'errore di quantizzazione a parità di entropia del segnale quantizzato, come illustrato in Fig. 3; tale quantizzatore viene detto ottimo sotto le condizioni della «constrained entropy» (bibl. 10). Le operazioni di quantizzazione e codifica, seppur distinte tra loro, devono essere considerate congiuntamente nel processo di ottimizzazione.

Un sistema di codifica per la trasmissione su canali a bit-rate costante varia la precisione del quantizzatore in funzione del riempimento del buffer di canale (bibl. 2 e 11). Tale buffer viene scritto a velocità variabile e letto ad una velocità costante determinata dalla capacità del canale. In tale situazione il quantizzatore uniforme risulta molto prossimo al quantizzatore ottimo e comunque migliore di quello non uniforme, ottimo nel senso di Max (bibl. 9, 11 e 12).

Nel caso in cui si conosca la densità di distribuzione del segnale da quantizzare si possono ulteriormente migliorare le prestazioni del quantizzatore uniforme ponendo il valore di restituzione di ogni intervallo uguale al corrispettivo baricentro. Tale valore minimizza la distorsione del quantizzatore, senza modificare l'entropia del segnale quantizzato (bibl. 13).

I simboli in uscita dal quantizzatore scalare possono essere codificati scalarmente, figura 5a, oppure raggruppati in vettori e codificati vettorialmente, figura 5b; in questo secondo caso si ottengono i guadagni di memoria e di codifica rispetto alla codifica scalare.

Fig. 5 — Quantizzazione scalare con codifica scalare *(a)* e con codifica vettoriale *(b)*.
a — ciascun simbolo x_i, è quantizzato scalarmente dal quantizzatore QS ottenendo il simbolo q_i che viene poi, mediante CS, codificato scalarmente a lunghezza variabile, VLC, od a lunghezza fissa, FLC, ottenendo il simbolo c_i;
b — i simboli emessi dalla sorgente, x_i, vengono quantizzati scalarmente dal quantizzatore QS ottenendo i simboli q_i che sono poi raggruppati, dal modulo VETT, nel generico vettore $\mathbf{q}_i(q_1, \ldots, q_k)$ di k elementi; ad ogni vettore $\mathbf{q}_i$ è associato, mediante il codificatore vettoriale CV, un simbolo v_i che viene poi, tramite il codificatore scalare CS, codificato nel simbolo c_i.

3.2 QUANTIZZAZIONE VETTORIALE

La quantizzazione scalare è un'operazione che assegna, al singolo campione di un segnale analogico, un valore, scelto da un insieme finito, che meglio approssima il valore reale del campione del segnale.

La quantizzazione vettoriale, invece, assegna un valore, scelto da un insieme finito di valori rappresentativi, ad una successione di campioni del segnale analogico. Tale operazione trasforma un vettore in un simbolo scalare e quindi comprende anche parte delle operazioni descritte nel capitolo 2 come codifica vettoriale. Il valore assegnato al vettore può essere codificato con parole a lunghezza fissa od a lunghezza variabile in dipendenza della densità

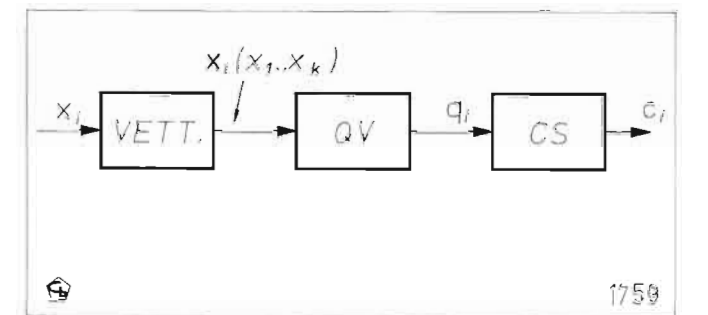



Fig. 6 — Quantizzazione vettoriale. I simboli emessi dalla sorgente, x_i, vengono raggruppati da VETT in vettori $x_i(x_1, \ldots, x_k)$ di k elementi, ogni vettore x_i è quantizzato vettorialmente dal modulo QV che associa ad esso un simbolo q_i che viene poi codificato dal codificatore scalare CS nel simbolo c_i.

di distribuzione dei simboli in uscita dal quantizzatore. In figura 6 è riportato lo schema a blocchi relativo alla quantizzazione e codifica vettoriale.

Il ricevitore associa al simbolo ricevuto e decodificato un vettore che meglio approssima il vettore originario presente all'ingresso del quantizzatore vettoriale. La precisione della ricostruzione dipende dalla dimensione dell'insieme dei valori rappresentativi, detto vocabolario «code book».

Anche la quantizzazione vettoriale può essere di tipo uniforme oppure non uniforme.

3.2.1 *Vantaggi della quantizzazione vettoriale*

I guadagni della quantizzazione vettoriale rispetto a quella scalare sono di due tipi: *guadagno di riempimento dello spazio di quantizzazione* e *guadagno di forma della densità di distribuzione del segnale da codificare* (bibl. 14 e 15).

Tali guadagni sono quelli che presenta lo schema di quantizzazione e codifica illustrato in figura 6 rispetto a quello di figura 5b; nei confronti dello schema di quantizzazione e codifica scalare di figura 5a si hanno ancora i guadagni propri della codifica vettoriale e quindi quello di codifica e quello di memoria, quest'ultimo presente solo quando la sorgente emette simboli correlati.

— *Guadagno di riempimento dello spazio di quantizzazione.* L'operazione di quantizzazione vettoriale con vettori di dimensione k è fatta in uno spazio a k dimensioni; ogni componente del vettore è associata ad una dimensione dello spazio. Se ogni elemento del vettore è quantizzato indipendentemente dagli altri, ovvero si ha una quantizzazione scalare, lo spazio di quantizzazione viene diviso in celle ipercubiche, detti k-cubi. Utilizzando la quantizzazione vettoriale, ovvero l'associazione di un simbolo di riproduzione per ogni vettore, si ha invece un'ampia libertà nella scelta della cella multidimensionale e quindi si può riempire lo spazio

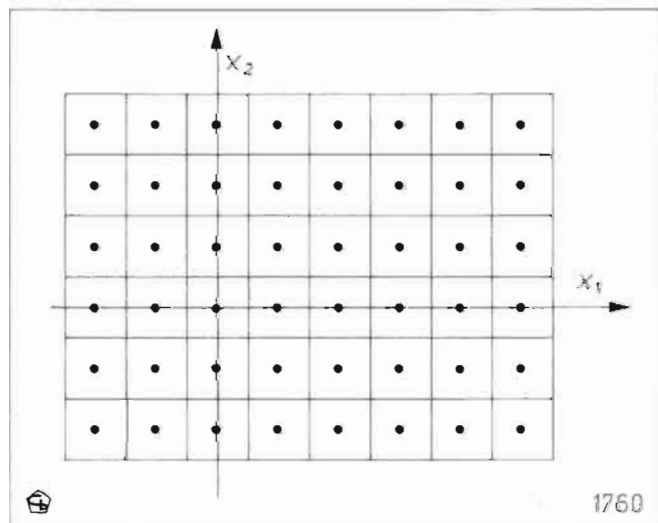



Fig. 7 — Quantizzatore vettoriale bidimensionale uniforme con celle quadrate. Tale divisione del piano di quantizzazione può essere ottenuta mediante quantizzazione scalare delle singole componenti del vettore.

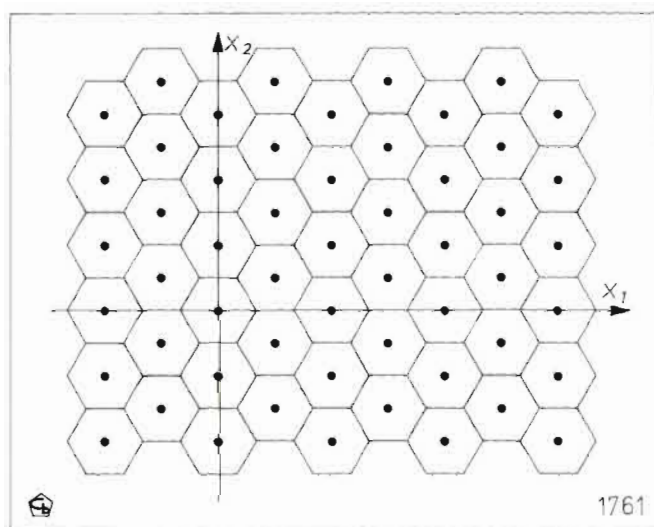



Fig. 8 - Quantizzazione vettoriale uniforme con vettori a due elementi. La ricopertura del piano di quantizzazione avviene mediante celle esagonali che risultano ottime in quanto minimizzano la distorsione del segnale quantizzato a parità di area delle celle di quantizzazione. La distorsione del segnale quantizzato risulta uguale a 0,962 volte quella fornita da un quantizzatore a celle quadrate.

di quantizzazione mediante celle che forniscono una distorsione inferiore rispetto alla cella ipercubica. Quanto esposto è illustrato nelle figure 7 e 8 nel caso di uno spazio di quantizzazione bidimensionale, $k = 2$, e con distribuzione uniforme del segnale da quantizzare; la divisione dello spazio di quantizzazione con celle esagonali fornisce, a parità di area della cella e quindi a parità di entropia quando il segnale d'ingresso ha una distribuzione uniforme, un errore di quantizzazione uguale a 0,962 volte quello ottenuto con le celle quadrate.

— *Guadagno di forma della densità di distribuzione.* Al fine di minimizzare l'errore di quantizzazione è conveniente addensare le celle di quantizzazione nelle zone in cui la densità di distribuzione del segnale da quantizzare è elevata ed invece avere celle meno addensate nelle zone in cui la densità di distribuzione è bassa. Un quantizzatore scalare opera indipendentemente su ogni elemento del vettore e quindi può solo addensare le proiezioni delle celle sui singoli assi dello spazio di quantizzazione in base alla densità di distribuzione marginale del segnale da quantizzare. La cella di quantizzazione risulta data dal prodotto delle sue proiezioni lungo gli assi e quindi, con distribuzioni del segnale diverse da quella uniforme, il suo addensamento non sarà più conforme alla densità di distribuzione del segnale.

3.2.2 *Quantizzazione vettoriale uniforme e non uniforme*

La quantizzazione vettoriale può essere uniforme, quando tutte le celle di quantizzazione sono uguali tra loro oppure non uniforme quando le celle sono tra loro diverse.

Il quantizzatore vettoriale ottimo non uniforme, figura 9, risulta un'estensione del corrispettivo scalare; esso definisce la dimensione delle celle in modo tale da avere,

CODIFICA DEL SEGNALE TELEVISIVO NUMERICO: QUANTIZZAZIONE E CODIFICA VETTORIALE DEI COEFFICIENTI DCT

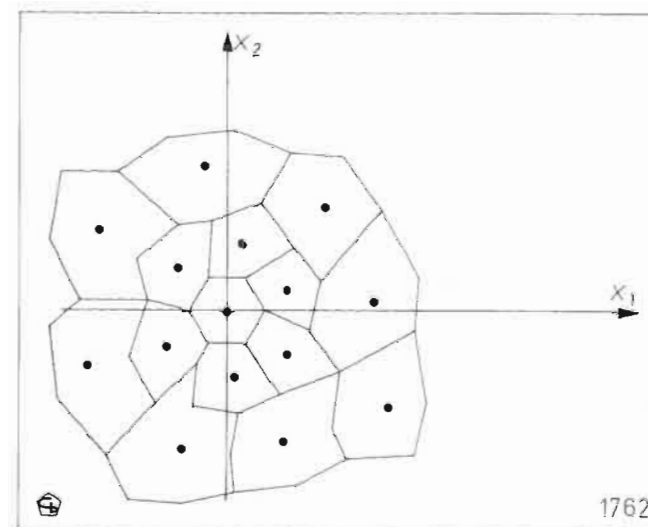



Fig. 9 — Quantizzatore vettoriale bidimensionale non uniforme. La dimensione delle celle di quantizzazione dipende dalla densità di distribuzione del segnale da quantizzare. Le celle del quantizzatore ottimo rendono infatti uniforme la densità di distribuzione del segnale quantizzato rappresentato dal centroide di ogni cella.

fissato il numero delle stesse, la minima distorsione sul segnale quantizzato, «constrained resolution». Tale quantizzatore ha, rispetto al corrispettivo quantizzatore scalare, tutti i guadagni esposti precedentemente. Esso non presenta il guadagno di forma solo quando la distribuzione del segnale d'ingresso è uniforme (bibl. 15); in tale caso il quantizzatore ottimo risulta quello uniforme. Uno svantaggio presentato da tale tipo di quantizzatore è legato alla quantità di memoria richiesta dall'insieme dei simboli di quantizzazione, «code book», ed alla complessità del processo di codifica. I simboli di quantizzazione, detti centroidi della cella, coincidono, al fine di minimizzare la distorsione, con il baricentro della cella stessa (bibl. 15). La densità di distribuzione dei simboli all'uscita del quantizzatore risulta pressoché uniforme e quindi tali simboli sono codificati con parole a lunghezza fissa definita dal numero di centroidi del quantizzatore.

Il quantizzatore uniforme, figura 8, ha tutte le celle di quantizzazione uguali tra loro ed i centroidi delle celle costituiscono un reticolo (bibl. 16). Tale quantizzatore non richiede quindi la memoriazzazione del code book ed inoltre l'operazione di quantizzazione risulta semplice.

A parità di entropia del segnale quantizzato, il quantizzatore che minimizza la distorsione, quantizzatore ottimo nella condizione di «constrained entropy», può essere determinato mediante complessi processi di ottimizzazione e risulta comunque molto prossimo al quantizzatore uniforme (bibl. 17). Tale situazione è quella che si presenta, come già detto, nei casi di codifica entropica, ossia quando si ha un buffer di canale che retroagisce sul quantizzatore. In tale condizione il quantizzatore vettoriale presenta, rispetto a quello scalare, i guadagni sopra esposti eccettuato il guadagno di forma della densità di distribuzione che risulta uguale a 1 (bibl. 15). La densità di distribuzione del segnale quantizzato risulta non uniforme.

4. **Tipi di quantizzatori vettoriali**

4.1 LINDE-BUZO-GRAY

Il metodo noto come Linde-Buzo-Gray (LBG) ha lo scopo di progettare un quantizzatore vettoriale ottimo nel senso che minimizza l'errore di quantizzazione mantenendo fisso il numero di celle di quantizzazione e quindi il numero di simboli in uscita dal quantizzatore stesso (bibl. 18 e 19). La densità di distribuzione dei campioni del segnale quantizzato è uniforme e quindi tali campioni vengono codificati con parole a lunghezza fissa.

Il quantizzatore ottimo deve essere progettato sulla base della densità di distribuzione dei vettori da quantizzare; in genere, tale distribuzione non è perfettamente nota od i modelli matematici che la rappresentano non sono sufficientemente aderenti, od ancora essa è troppo complicata per sfruttarne l'analisi in sede di progetto. La progettazione del quantizzatore viene quindi fatta utilizzando una sequenza di prova con caratteristiche statistiche simili a quelle delle sequenze su cui opererà il quantizzatore ed utilizzando un vocabolario, code book, iniziale che contiene i simboli d'uscita del quantizzatore. L'estensione del vocabolario dipende dal bit rate richiesto. La fase di progettazione consiste nella determinazione ottima, sulla base del minimo valore quadratico medio dell'errore di quantizzazione, delle celle di ricopertura dello spazio di quantizzazione e nella determinazione ottima del simbolo associato ad ogni cella, detto centroide o baricentro della cella. Le due fasi di ottimizzazione sono eseguite in modo iterativo ed il processo di progettazione si ferma quando l'errore di quantizzazione risulta minore di quello prefissato (bibl. 18).

È evidente che l'algoritmo tende ad adattare la forma e la dimensione delle celle alla distribuzione dei vettori d'ingresso; dove questi sono più addensati anche le riproduzioni sono addensate e le rispettive celle sono più piccole. In questo modo la distribuzione dei simboli in uscita dal quantizzatore tende ad essere uniforme e risulta minimizzata la distorsione media.

Il quantizzatore progettato con questo metodo presenta alcuni inconvenienti. I simboli di riproduzione non risultano in generale ordinati secondo uno schema particolare e quindi è necessario utilizzare un vocabolario che li contenga; l'assegnazione del simbolo di riproduzione al vettore d'ingresso deve essere fatta sulla base della minima distorsione e quindi tale distorsione deve essere calcolata tra il vettore d'ingresso e tutti i simboli di riproduzione contenuti nel vocabolario (metodo di «*ricerca completa*»); ad ogni bit rate deve essere associato un proprio vocabolario, ottimizzato, dei simboli di riproduzione.

I precedenti inconvenienti possono essere, in parte, ridotti od eliminati progettando ed utilizzando quantizzatori vettoriali sub-ottimi. Con tali quantizzatori il simbolo riproduttore del vettore da quantizzare non sarà più determinato mediante il metodo di ricerca completa su tutto il vocabolario, ma mediante altri metodi, tipo ricerca ad albero oppure quantizzazione multistadio con vocabolari ridotti.

4.1.1 *Soluzioni alternative alla ricerca completa*

Vi sono una varietà di quantizzatori vettoriali pensati

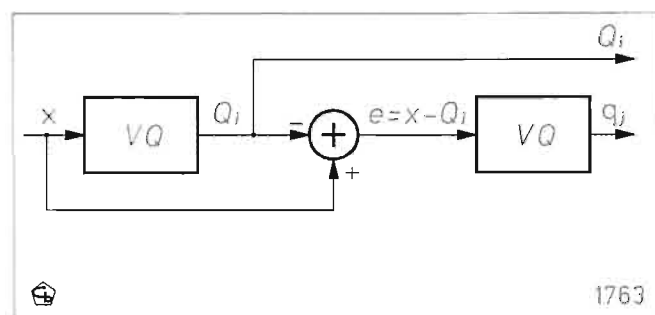



Fig. 10 — Quantizzatore vettoriale a 2 stadi. Il primo stadio vettoriale quantizza grossolanamente il segnale d'ingresso, mentre il secondo stadio quantizza finemente l'errore di quantizzazione del primo stadio. Si richiede la memorizzazione di due differenti vocabolari, uno per ogni stadio di quantizzazione vettoriale.

per rimuovere gli inconvenienti della «ricerca completa» sul quantizzatore tipo Linde-Buso-Gray, con una leggera perdita di efficienza (bibl. 19).

Tra i quantizzatori vettoriali senza memoria sono particolarmente interessanti i casi di:

- *quantizzatore vettoriale con ricerca ad albero*. Il vocabolario è progettato in modo da dimezzare ad ogni calcolo di distorsione il numero di riproduzioni possibili; sostanzialmente l'intero alfabeto è stato generato da una successione di sdoppiamenti a partire da un unico punto; se la profondità dell'albero è R, ovvero si devono prendere R decisioni per arrivare al punto finale, l'intero vocabolario è formato da 2^R punti con un evidente risparmio in calcolo rispetto alla ricerca completa. Purtroppo raddoppia il vocabolario che deve essere memorizzato perché bisogna conservare i simboli di riproduzione ad ogni livello di profondità. È possibile regolare il bit rate a passi di un bit per vettore e quindi a passi di $1/k$ bit per simbolo, dove k indica la dimensione del vettore, utilizzando vocabolari ai vari livelli dell'albero.
- *quantizzatore vettoriale multistadio*. Un quantizzatore vettoriale a 2 stadi è illustrato in figura 10. Il primo stadio codifica in modo grossolano il vettore d'ingresso mentre il secondo stadio codifica, con passo più fine, l'errore commesso dal primo quantizzatore. In tale modo si riesce a ridurre sia la dimensione del vocabolario sia il numero di calcoli della distorsione. La quantizzazione multistadio può essere associata anche a quantizzatori vettoriali diversi dal Linde-Buzo-Gray.

4.2 QUANTIZZATORE PIRAMIDALE

Il quantizzatore vettoriale piramidale ha il pregio di essere basato su considerazioni teoriche che non lo limitano eccessivamente in quanto a praticità per cui si può adattare a diversi valori del bit rate (bibl. 20 e 21).

Si osserva che la densità di distribuzione di una sorgente può essere, in generale, non uniforme ed inoltre può presentare una zona ristretta in cui essa è molto più grande che altrove; un tale comportamento si riscontra ad esempio sui coefficienti DCT di un'immagine. Nel caso di sorgenti vettoriali in cui tutti gli elementi costituenti il vettore sono indipendenti tra loro ed hanno uguale distribuzione statistica, i vettori da quantizzare si addensano attorno alla zona di massimo della densità di distribuzione e tale addensamento aumenta all'aumentare della dimensione del vettore. Tale regione assume inoltre forme regolari definite dal tipo di distribuzione degli elementi costituenti il vettore, ossia dei simboli emessi dalla sorgente; nel caso in cui tale distribuzione sia una *laplaciana*[4] essa risulta la superficie di una *iperpiramide* avente un numero di dimensioni pari al numero di elementi che costituiscono il vettore.

Ciò significa che, supponendo di essere nel caso di simboli indipendenti e identicamente distribuiti e con dimensione del vettore grande, si introduce una distorsione trascurabile se si sostituisce al vettore d'ingresso il più prossimo vettore giacente sulla superficie della piramide in questione.

Si può allora scegliere come vocabolario dei simboli di riproduzione il sottoinsieme di punti di un reticolo (ad es. ipercubico) che interseca la piramide. I punti di tale reticolo risultano i simboli d'uscita del quantizzatore ed hanno una densità di distribuzione quasi uniforme; essi possono essere codificati con parole a lunghezza fissa. Inoltre le operazioni di co-decodifica possono trarre vantaggio dalla struttura a reticolo del quantizzatore e quindi risultare più semplici delle rispettive operazioni richieste dal quantizzatore LBG (Linde-Buzo-Gray).

I simboli emessi dalla sorgente possono essere correlati e non avere la stessa varianza. Nel primo caso è necessario scorrelare tra loro tali simboli mediante l'applicazione di tecniche predittive od a trasformate, mentre nel secondo caso bisogna uniformare le varianze dei simboli mediante coefficienti moltiplicativi, detti *pesi*.

I *pesi* e la distorsione accettata sul segnale quantizzato definiscono la dimensione della piramide e quindi il numero dei simboli d'uscita del quantizzatore vettoriale e di conseguenza, essendo la codifica a lunghezza fissa, il bit rate.

Così, mentre dalla natura strutturata della distribuzione dei vettori d'uscita dipende la relativamente bassa complessità di questo quantizzatore, dalla natura parametrica deriva la possibilità di un suo utilizzo adattativo e di una discreta regolazione del bit rate.

Questo tipo di quantizzatore vettoriale è stato usato nella codifica del segnale televisivo mediante DCT (bibl. 23).

4.3 QUANTIZZATORE A RETICOLO

In pratica si tratta del quantizzatore vettoriale uniforme. Come si è già visto, data la dimensione del vettore si può scegliere tra diverse forme di celle in grado di riempire lo spazio di quantizzazione e una di queste celle è proprio l'ipercubo, cella utilizzata nel caso della quantizzazione scalare.

La scelta della cella base del quantizzatore è fatta considerando da una parte il suo guadagno rispetto alla cella ipercubica relativa al caso scalare e dall'altra l'esistenza di algoritmi che permettano una semplice e veloce operazione di quantizzazione (bibl. 24, 25).

[4] I coefficienti DCT di un'immagine hanno appunto una densità di distribuzione laplaciana (bibl. 22).

Il guadagno ottenibile al variare della forma della cella è detto guadagno di riempimento dello spazio ed è massimo con le celle ipersferiche che però non danno una copertura completa dello spazio. Supponendo che i simboli siano scorrelati tra loro ed ugualmente distribuiti, è possibile definire, per ogni tipo di cella, il suo guadagno di riempimento dello spazio rispetto alla cella ipercubica (bibl. 15); le celle di quantizzazione devono inoltre essere molto piccole, in modo tale che si possa considerare uniforme la distribuzione del segnale all'interno di ogni cella di quantizzazione. Le ipotesi precedenti (quantizzatore con celle di quantizzazione molto piccole e quindi con un elevato numero di centroidi) sono alla base della teoria dell'«high resolution» e sono valide quando si opera ad elevati bit rate.

Nel caso di quantizzazione vettoriale con vettori di lunghezza 2, 3 e 4 è possibile determinare la cella ottima di quantizzazione che risulta esagonale nel caso in cui la lunghezza del vettore è uguale a 2 ed a forma di octaedro troncato con vettori di dimensione 3 e di dimensione 4.

Quando il quantizzatore lavora a bassa risoluzione non si può più considerare uniforme la distribuzione del segnale all'interno delle celle di quantizzazione e quindi non si possono più utilizzare i risultati della teoria dell'«high resolution». In tale caso, come detto nel paragrafo 3.2.2, si può ottimizzare il quantizzatore mediante processi iterativi che considerano anche l'operazione di codifica; il quantizzatore ottenuto con tale ottimizzazione risulta comunque molto prossimo a quello uniforme, ossia quello con tutte le celle di quantizzazione uguali tra loro.

5. Applicazione della codifica vettoriale all'algoritmo DCT

La codifica DCT del segnale televisivo può essere fatta secondo lo schema detto di *bit allocation* oppure quello detto di *codifica entropica*.

Si fornisce una breve descrizione dei due metodi con particolare attenzione all'applicazione della quantizzazione vettoriale.

5.1 DCT CON «BIT ALLOCATION»

Secondo la teoria della *Rate Distorsion* (bibl. 26) i simboli emessi da una sorgente possono essere codificati con un numero medio di bit R, che dipende dalla varianza σ^2 della sorgente e dalla distorsione massima tollerata D, secondo la formula:

$$R = \frac{1}{2} \cdot \log_2 \frac{\sigma^2}{D} \qquad [11]$$

I coefficienti DCT hanno una varianza che dipende dalla loro posizione all'interno del blocco di codifica (bibl. 27 e 22) ed inoltre anche la distorsione tollerata può variare al variare della posizione del coefficiente all'interno del blocco. La formula [11] definisce allora un numero di bit diverso da coefficiente a coefficiente. Si può quantizzare ogni coefficiente DCT con un quantizzatore ottimo avente un numero di livelli definito da R e codificare poi l'uscita di tale quantizzatore con simboli la cui lunghezza è fissa ed uguale a R bit (bibl. 28).

Purtroppo i valori forniti dalla [11] non saranno in generale interi per cui diventa necessario quantizzare e codificare il singolo coefficiente scegliendo tra il valore intero superiore, che provoca un incremento del bit rate, e quello intero inferiore, che aumenta il valore prefissato della distorsione. Così facendo ci si allontana molto dalle condizioni ottime di codifica stabilite dalla *Rate Distorsion*.

Per avvicinarsi alle condizioni ottimali di codifica è necessario poter codificare il singolo coefficiente con un numero medio di bit frazionario. Questo è possibile formando vettori i cui elementi hanno tutti la stessa varianza e quindi lo stesso valore di R definito dalla [11] ed eseguendo quindi una quantizzazione vettoriale tale che i simboli d'uscita dal quantizzatore abbiamo una densità di distribuzione uniforme. In tal modo si codifica il vettore con un numero intero di bit, che può però risultare un valore frazionario per i singoli coefficienti.

Può costituire un problema la formazione di vettori i cui elementi abbiano la stessa varianza; le soluzioni adottabili sono la codifica vettoriale di coefficienti appartenenti a blocchi diversi, ma con la stessa posizione nel blocco, oppure la formazione di vettori secondo le diagonali secondarie del blocco DCT (bibl. 29) che sono grosso modo il luogo dei coefficienti a varianza costante.

In tale schema di codifica, oltre al vantaggio appena descritto, la quantizzazione vettoriale fornisce anche i vantaggi della codifica e della quantizzazione vettoriale descritti nei paragrafi 2.2 e 3.2.

D'altra parte l'utilizzo del quantizzatore ottimo non uniforme comporta gli inconvenienti realizzativi descritti precedentemente, specialmente nel caso vettoriale.

5.2 ALGORITMO DCT CON CODIFICA ENTROPICA E BUFFER DI TRASMISSIONE

Uno schema di codifica dei coefficienti DCT utilizzante un quantizzatore scalare uniforme, la codifica entropica e la regolazione dei bit rate per mezzo di un buffer di trasmissione è già stato oggetto di precedenti pubblicazioni (bibl. 2 e 4).

Sostanzialmente il flusso di bit, la cui costanza non può essere garantita dalla codifica a lunghezza variabile, è regolato dal buffer di trasmissione che, non solo fa da tampone per l'uscita sul canale, ma agisce anche in retroazione sul quantizzatore modificando il fattore di scalamento dei coefficienti. In questo modo la regolazione del bit rate può essere fine a piacere consentendo allo schema di fornire delle buone prestazioni con una complessità del tutto accettabile. La codifica a lunghezza variabile dei coefficienti DCT unita alla codifica delle sequenze di zeri e della fine anticipata del blocco lungo il persorso di scansione (bibl. 4) consente di avere un numero frazionario di bit per simbolo e quindi di approssimare i requisiti richiesti dalla teoria della *Rate Distorsion*.

Con questo schema di codifica la quantizzazione uniforme risulta migliore di quella non uniforme. Supponendo inoltre i coefficienti DCT con uguale varianza, la quantizzazione scalare è quasi ottima, poiché richiede solo 0,254 bit per simbolo in più di quelli previsti dalla *Rate Distortion Theory* (bibl. 15). Il valore di 0,254 bit per simbolo corrisponde in pratica al possibile guadagno di «riem-

pimento dello spazio» previsto dalla teoria dell'«High Resolution» per il quantizzatore vettoriale. Nel caso pratico i coefficienti DCT non hanno tutti la stessa varianza e questo è sfruttato dalla codifica delle sequenze di zeri e della fine anticipata del blocco (bibl. 4); tale fatto comporta un'ulteriore riduzione del guadagno della quantizzazione vettoriale rispetto a quella scalare.

Risulta quindi discutibile l'opportunità di usare un quantizzatore vettoriale a meno che non vi sia la possibilità di sfruttare meglio l'eventuale presenza di memoria nella sorgente. Occorre rilevare che se le operazioni di quantizzazione e codifica sono separate, cioè il vocabolario da codificare non è direttamente quello fornito dal quantizzatore, è il codificatore a trarre vantaggio dalla memoria della sorgente.

6. Codifica vettoriale dei coefficienti DCT

Al fine di limitare il numero di parametri da considerare, lo studio e l'ottimizzazione sono stati fatti limitando l'algoritmo di codifica al solo modo intra-field.

L'ottimizzazione è stata effettuata utilizzando una sequenza costituita da pochi quadri che sono stati presi da diverse sequenze di prova. In tale modo si è ottenuto un campione sufficientemente rappresentativo delle sequenze da trattare.

L'indagine statistica e l'ottimizzazione sono state fatte a fattore di scalamento dei coefficienti DCT costante ed uguale a 60, 68, 76 corrispondenti ad una precisione massima dei coefficienti, escluso quello di continua, di circa 10, 9 e 8 bit (bibl. 30); in tale modo i bit rate medi complessivi, luminanza più crominanza, sono risultati di circa 30, 20, 10 Mbit/s, come si può vedere dalle tabelle riportate successivamente. I coefficienti DCT sono inoltre stati pesati mediante la matrice di visibilità definita dal CMTT/2 (bibl. 30).

6.1 STATISTICHE SULL'IMMAGINE

Una codifica entropica vettoriale dei coefficienti DCT è vantaggiosa rispetto alla codifica entropica scalare se la distribuzione del vocabolario risulta meno uniforme di quella del vocabolario scalare, cosa che avviene se esiste correlazione tra i simboli emessi dalla sorgente.

Il rapporto di correlazione r_{xy} tra due variabili x e y è dato da:

$$r_{xy}=E\{(x-\mu_x)\cdot(y-\mu_y)\}/(\sigma_x\sigma_y) \qquad [12]$$

dove u_x, u_y, e σ_x, σ_y indicano, rispettivamente, il valore medio e la varianza delle due variabili x e y. Il rapporto di correlazione può variare tra -1 e $+1$; se r_{xy} vale 0 allora le due variabili sono scorrelate. Quando le variabili sono più di due si parla di matrice di correlazione i cui elementi, facilmente ricavabili mediante un'estensione della [12], sono tutti i possibili rapporti di correlazione tra le variabili; la matrice risulta simmetrica con diagonale unitaria.

Già si sapeva che i coefficienti DCT hanno valor medio nullo, tranne la continua, una distribuzione quasi Laplaciana bilatera con energia che dipende dalla loro posizione all'interno del blocco DCT (bibl. 27 e 22) e che i coefficienti DCT appartenenti allo stesso blocco di codifica sono tra loro pressoché scorrelati.

I risultati della statistica hanno confermato le considerazioni fatte precedentemente ed i rapporti di correlazione tra coefficienti anche ad energia alta (vicino al coefficiente di continua) sono risultati quasi nulli.

Rappresentando i singoli coefficienti DCT come prodotto di segno e modulo e facendo un'indagine statistica separata per ognuno di essi, si sono ottenuti i seguenti risultati: i segni sono a valor medio nullo ed hanno una correlazione praticamente nulla, i moduli dei coefficienti sono invece correlati tra loro e la correlazione è forte per i coefficienti vicini a quello di continua. I rapporti di correlazione più elevati ($0{,}4 \div 0{,}6$) si trovano vicini alla diagonale principale della matrice di correlazione e corrispondono a coefficienti adiacenti lungo il percorso di scansione del blocco. Gli altri valori della matrice di correlazione variano tra 0,2 e 0,5 e corrispondono ad elementi distanti tra loro lungo il percorso di scansione a zig-zag del blocco di codifica, anche se possono essere vicini all'interno del blocco stesso.

In base ai risultati di queste statistiche può esser conveniente un sistema di codifica che tratti separatamente segni e moduli in modo da sfruttare, per quanto possibile, la correlazione di questi ultimi.

Per non togliere simmetria alla distribuzione dei segni, il valore 0 è stato considerato come un valore di segno.

È stato inoltre verificato che la correlazione tra i moduli rimane elevata anche dopo l'eliminazione dei coefficienti nulli.

6.2 COSTITUZIONE DEI VETTORI E LORO ENTROPIA

Si descrivono ora i sistemi di codifica messi a confronto ed i risultati ottenuti sulla base della loro entropia per elemento d'immagine (pel).

Come riferimento è stato adottato l'attuale sistema utilizzante quindi la matrice di visibilità per la pesatura dei coefficienti DCT (bibl. 2) con i vocabolari, distinti per luminanza e crominanza, formati da tutti i possibili coefficienti, segno compreso, da tutte le possibili sequenze di zeri consecutivi lungo il percorso di scansione, «run length di zeri», e dal simbolo di fine blocco, «End Of Block»; non è stato considerato il coefficiente relativo alla componente continua.

I valori di entropia della componente di luminanza e di crominanza riportati in Tabella 1 si riferiscono a tre diversi fattori di scalamento.

Nel sistema di codifica vettoriale si è mantenuto lo stesso quantizzatore, la stessa matrice di visibilità e scansione del blocco DCT del sistema di riferimento. Analogamente a quanto viene fatto nel sistema preso come riferimento (bibl. 2), il blocco $8 \cdot 8$ viene trasformato in un vettore di 64 elementi mediante una scansione a zig-zag.

Il valore di ciascun elemento del vettore viene quindi diviso in due fattori moltiplicativi; il primo contenente il segno, includendo in tale parte anche il valore 0, ed il secondo il valore assoluto del coefficiente. Il vettore di 64 elementi contenente i segni viene suddiviso in vettori di dimensione più piccola; sono state considerate dimensioni varianti da 3 a 6.

TABELLA 1
ENTROPIA DEI COEFFICIENTI CODIFICATI SCALARMENTE E VETTORIALMENTE

	sistema riferim.			vettori segno e moduli scalari						vettori segno e vettori modulo					
	lum.	crom.	tot.	luminanza		crominanza		totale		luminanza		crominanza		totale	
scal	H/pel	H/pel	H/pel	H/pel	G.%	H/pel	G.%	H/pel	G%	H/pel	G.%	H/pel	G.%	H/pel	G.%
60	2,22	0,77	2,99	2,14	3,5	0,71	7,2	2,86	4,4	2,01	9,2	0,68	11,6	2,69	9,8
68	1,48	0,40	1,89	1,44	3,0	0,37	9,2	1,80	4,3	1,36	7,9	0,35	13,2	1,71	9.1
76	0,97	0,19	1,17	0,94	3,5	0,17	12,4	1,11	5,0	0,90	7,4	0,17	15,0	1,07	8,6

Nota: entropia delle componenti di luminanza e crominanza ed entropia totale dei coefficienti DCT quantizzati scalarmente e con codifica scalare dei coefficienti, con codifica vettoriale dei segni e scalare di coefficienti e con codifica vettoriale dei segni e dei coefficienti. Nella Tabella sono anche riportate le riduzioni di entropia dei sistemi vettoriali rispetto al sistema di codifica scalare preso come riferimento.

La continua viene considerata da sola, mentre il vettore più vicino ad essa ha sempre dimensione 3. In tale modo si ricopre esattamente il vettore di 64 elementi ottenuto dall'operazione di scansione del blocco. Al fine di utilizzare la diversa varianza dei coefficienti lungo il percorso di scansione, si suddividono i vettori in tre classi di cui la prima è costituita dal solo vettore di 3 elementi vicino alla componente continua. In questo modo si mantengono quasi completamente i vantaggi forniti dalla codifica della fine anticipata del blocco, EOB, che viene sempre inviato dopo l'ultimo vettore non nullo e della codifica delle sequenze di zeri.

In base ai risultati ottenuti dalle indagini statistiche si è rivelato vantaggioso introdurre una classificazione anche sull'energia complessiva del blocco DCT; da essa infatti si può dedurre tendenzialmente il numero di zeri e la posizione dell'EOB. In questa prima fase, i moduli dei coefficienti non vengono raggruppati in vettori, ma vengono codificati scalarmente.

L'entropia decresce molto lentamente all'aumentare della dimensione del vettore. Per motivi di uniformità con la dimensione dei vettori per la codifica dei moduli si sono scelti vettori di dimensione 4 con prestazioni praticamente uguali a quelle ottenibili con vettori segno di dimensione superiore. Poiché ogni elemento può assumere 3 valori, 1, -1 e 0 si hanno in totale 81 differenti vettori di 4 elementi. In Tabella 1 si riportano, nelle apposite colonne, i valori dell'entropia per pel, relativi alle componenti di luminanza e crominanza ed il guadagno ottenuto rispetto al sistema di riferimento.

Al fine di sfruttare la correlazione esistente tra i moduli dei coefficienti DCT si è attuata la codifica vettoriale sia dei loro segni, includendo i coefficienti DCT nulli, descritta precedentemente, sia dei loro moduli. I coefficienti DCT nulli non vengono quindi più codificati come moduli per cui il numero di moduli da codificare vettorialmente non è fisso, ma varia da blocco a blocco. Alcuni coefficienti vicini alla continua, lungo il percorso di scansione, possono quindi essere codificati scalarmente al fine di poter riempire un numero intero di vettori con i restanti moduli.

Come esposto al paragrafo 2.2, il problema principale della codifica vettoriale esaustiva dei moduli risulta l'estensione del vocabolario che può essere molto grande e quindi di non pratica utilizzazione. Infatti, la precisione massima dei coefficienti DCT risulta di 11 bit escluso il segno per cui sarebbe necessario un vocabolario di 2^{22} simboli per una codifica esaustiva di vettori a sole 2 dimensioni. Si è quindi considerato una codifica vettoriale dei valori più bassi e quindi più probabili ed una codifica scalare per i valori elevati dei moduli.

Ciò avviene per mezzo di uno stadio scalare che opera nel modo illustrato in figura 11; quando un modulo del vettore in codifica raggiunge o supera il valore massimo (MAX) prefissato, la differenza viene codificata scalarmente e trasmessa al ricevitore senza che si renda necessaria alcuna informazione aggiuntiva. Tra tutti gli schemi praticamente realizzabili provati (2 stadi vettoriali, dimensione del vettore variabile, ecc.) questo ha fornito i risultati migliori. Al fine di non aumentare eccessivamente il numero di bit delle parole VLC associate ai vettori meno probabili si è posta la limitazione a 10000 simboli del vocabolario. Con tale restrizione i risultati migliori si sono ottenuti con vettori di dimensione 4; gli elementi del vettore possono assumere i valori da 1 a 10.

Come per la codifica dei vettori segno, anche per i vettori modulo è stata introdotta la classificazione energetica e quella di posizione.

I risultati in termini di entropia/pel del sistema complessivo «vettori segno e vettori modulo», entrambi di dimensione 4, e il suo guadagno percentuale rispetto al sistema di riferimento sono riportati in Tabella 1.

Dai valori di entropia si può vedere che la codifica vettoriale dei soli segni, incluso il valore zero dei coefficienti, riduce di circa il 3% l'entropia della componente di luminanza e di circa il 9% quella della componente di crominanza, e quindi ottiene una riduzione dell'entropia totale di circa il 4,5% rispetto al sistema di riferimento che codifica scalarmente i coefficienti DCT inclusi di segno e modulo. Si può notare che la variazione dell'entropia della crominanza agisce poco sulla variazione totale di entropia in quanto tale entropia è circa il 20% dell'entropia totale.

Codificando vettorialmente sia i segni che i moduli, con il requisito di un vocabolario, code book, non superiore a 10000 simboli, si ottiene un valore d'entropia inferiore a quella del sistema di riferimento, codifica scalare, di circa l'8% per la componente di luminanza e circa il 13% per la componente di crominanza. Tenendo conto del rapporto

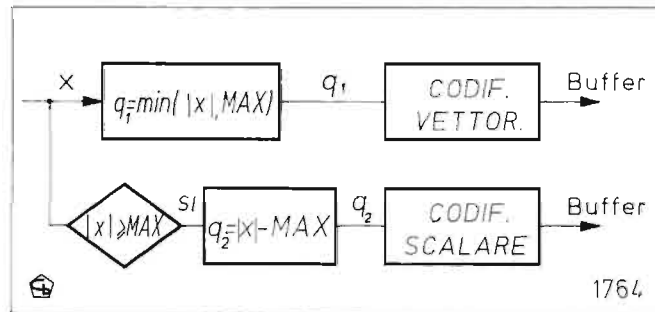



Fig. 11 — Schema di codifica a due stadi. Il primo stadio vettoriale codifica gli elementi aventi un valore del modulo inferiore a MAX, mentre il secondo stadio scalare codifica la differenza tra il modulo dei singoli elementi ed il valore MAX quando essa è positiva o nulla.

di entropia tra le componenti, si ottiene una riduzione di circa il 9% dell'entropia totale.

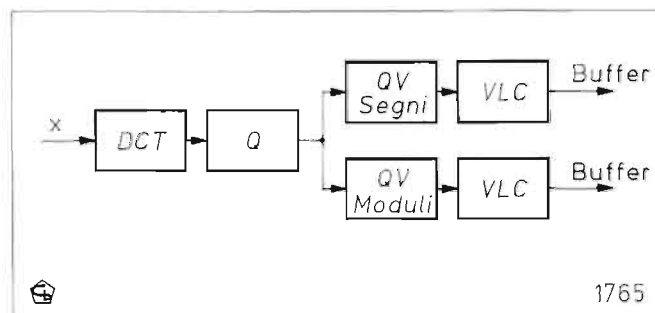
6.3 Schema di codifica vettoriale

Il sistema di codifica vettoriale complessivo può essere descritto per mezzo dello schema a blocchi riportato in figura 12.

In tale schema si possono distinguere le parti che hanno il compito di organizzare i coefficienti del blocco in vettori segno e vettori modulo, i quali saranno codificati da un VLC diverso per ogni vocabolario; la classificazione di posizione è implicitamente conosciuta anche dal ricevitore, mentre occorre trasmettere in parallelo l'informazione relativa alla classe di energia.

6.4 Risultati della codifica vettoriale dei coefficienti DCT

Il sistema di codifica è completato dall'assegnazione, ad ogni parola del vocabolario, di un simbolo di codice la cui lunghezza, in bit, dipende dalla probabilità della parola codificata.

I codici che possono essere adottati sono caratterizzati: dall'efficienza che possono raggiungere, cioè il rapporto tra l'entropia e il numero medio di bit, dalla robustezza contro gli errori residui di canale e dalla semplicità delle operazioni di co-decodifica (bibl. 4).

Nella valutazione del sistema di codifica vettoriale in termini di bit rate sono stati presi in considerazione due codici diversi: il B_2-Code ed il codice di Huffman. Il primo, già usato per il sistema di riferimento, è robusto contro gli errori di canale in quanto ne limita la propagazione, ha una semplice co-decodifica ed inoltre risulta di facile progettazione. Il codice di Huffman ha invece la migliore efficienza possibile, note le probabilità dei simboli del vocabolario, però è particolarmente sensibile agli errori ed inoltre le operazioni di co-decodifica risultano complesse; esso viene comunque considerato al fine di valutare il limite di efficienza della codifica vettoriale.

Le prove condotte con il sistema di riferimento hanno evidenziato un'efficienza ottima per il codice di Huffman e lievemente inferiore per il B_2-Code; inoltre entrambi i codici hanno dimostrato di non essere molto sensibili al variare della statistica delle immagini da codificare.

In Tabella 2 sono indicati i bit rate del sistema di riferimento ottenuti con il B_2-code ed il codice di Huffman e la loro efficienza.

Il sistema basato sulla codifica vettoriale ha fatto riscontrare una diminuzione di efficienza rispetto al sistema di riferimento. Tale riduzione è molto pronunciata nel caso in cui si utilizzi il B_2-code e questo è dovuto alla differenza tra la caratteristica della densità di distribuzione dei vettori da codificare e quella del B_2-code. La riduzione di efficienza del codice di Huffman nel caso vettoriale rispetto a quello scalare è dovuto alla maggior variabilità della distribuzione statistica dei vettori rispetto a quella dei singoli coefficienti DCT.

TABELLA 2
CODIFICA SCALARE
(2a)

	B2-CODE					
	luminanza		crominanza		Totale	
scal.	bit/pel	ϵ %	bit/pel	ϵ %	bit/pel	ϵ %
60	2,36	93,9	0.81	95,1	3,17	94,2
68	1,57	94,7	0,43	92,8	2,00	94,3
76	1,02	95,1	0,23	86,3	2,25	93,5

(2b)

	HUFFMAN					
	luminanza		crominanza		Totale	
scal.	bit/pel	ϵ %	bit/pel	ϵ %	bit/pel	ϵ %
60	2,26	98,3	0.80	96,2	3,06	97,8
68	1,49	99,6	0,43	93,1	1,92	98,1
76	0,98	99,0	0,23	85,9	1,21	96,5

Nota: codifica scalare dei coefficienti DCT mediante B_2-Code, 2a, e mediante codice di Huffman, 2b. Nella tabella sono anche indicati i valori dell'efficienza di codifica.

Fig. 12 — Schema a blocchi della codifica vettoriale dei segni e dei moduli dei coefficienti DCT. La codifica dei moduli è fatta a due stadi come indicato in figura 11.

In Tabella 3 sono riportati i valori di bit rate, efficienza e guadagno, rispetto alla codifica del sistema di riferimento, del sistema di codifica vettoriale dei segni e scalare dei moduli, mentre in Tabella 4 si riportano i corrispettivi valori del sistema di codifica vettoriale dei segni e moduli. Il numero di valori assunti da ogni elemento del vettore è stato ulteriormente ridotto da 10 a 6, ottenendo in tal modo 1296 differenti vettori, in quanto risultava eccessivamente lungo il tempo necessario a determinare il codice di Huffman per una tabella di 10000 elementi. I valori di efficienza riportati in Tabella 4 non si riferiscono quindi ai valori di entropia riportati in Tabella 1, ma a quelli, non riportati, relativi alla sorgente codificata con il codice di Huffman.

Dal confronto delle tabelle, si vede che il B_2-code non è adatto alla codifica vettoriale dei coefficienti DCT, in quanto la distribuzione statistica dei vettori è molto diversa dalla distribuzione delle parole del codice. Non è conveniente codificare vettorialmente i soli segni in quanto la riduzione di bit rate ottenuta risulta circa il 3%, a scapito di un notevole aumento di complessità.

Codificando vettorialmente sia i segni che i moduli si ottiene, utilizzando il codice di Huffman, una riduzione del bit rate rispetto al sistema con codifica scalare variante tra il 5 ed il 7% in dipendenza del fattore di trasmissione utilizzato. L'aumento di complessità di tale tipo di codifica e la sua minore robustezza contro gli errori residui di canale non sembrano controbilanciati dalla riduzione di bit rate ottenuta. Si deve comunque considerare che valori di efficienza prossimi a quelli riportati in tabella possono forse essere ottenuti mediante codici di tipo *B*, diversi dal B_2-code, ma con analogo comportamento nei confronti degli errori residui di canale.

TABELLA 3
CODIFICA VETTORIALE DEI SEGNI E SCALARE DEI MODULI
(3a)

	B-CODE								
	luminanza			crominanza			Totale		
scal.	b/pel	ϵ %	G.%	b/pel	ϵ %	G.%	b/pel	ϵ %	G.%
60	2,35	91,3	0.7	0,85	83,7	−5,3	3,20	89.3	−0,9
68	1,58	91,2	−0,7	0,46	78,8	−6,4	2,04	88,4	−2,0
76	1,06	88,7	−3,5	0,25	67,8	−11,5	1,31	84,7	−4,9

(3b)

	HUFFMAN								
	luminanza			crominanza			Totale		
scal.	b/pel	ϵ %	G.%	b/pel	ϵ %	G.%	b/pel	ϵ %	G.%
60	2,21	96,9	2,0	0,75	95,7	6,8	2,96	96,6	3,3
68	1,46	98,3	1,8	0,40	91,1	7,3	1,86	96,8	3,0
76	0,96	97,6	2,1	0,21	81,0	7,1	1,17	94,6	3,0

Nota: codifica vettoriale dei segni e scalare dei moduli dei coefficienti DCT mediante B_2-Code e mediante codice di Huffman. Nella tabella sono anche indicati i valori dell'efficienza di codifica e la riduzione di bit rate rispetto alla codifica scalare.

TABELLA 4
CODIFICA VETTORIALE DEI SEGNI E DEI MODULI
(4a)

	B2-CODE								
	luminanza			crominanza			Totale		
scal.	b/pel	ϵ %	G.%	b/pel	ϵ %	G.%	b/pel	ϵ %	G.%
60	2,46	81,0	−5,3	0,84	81,1	−3,6	3,32	81,0	−4,8
68	1,66	82,4	−5,8	0,45	78,0	−3,3	2,10	81,5	−5,2
76	1,10	82,1	−7,2	0,24	68,5	−7,1	1,34	79,7	−7,2

(4b)

	HUFFMAN								
	luminanza			crominanza			Totale		
scal.	b/pel	ϵ %	G.%	b/pel	ϵ %	G.%	b/pel	ϵ %	G.%
60	2,11	96,3	6,6	0,74	93,5	7,7	2,84	94,7	6,9
68	1,40	98,0	5,7	0,40	87,7	6,9	1,81	94,9	6,0
76	0,94	96,8	4,6	0,21	77,7	5,6	1,15	92,6	4,8

Nota: codifica vettoriale dei segni e dei moduli dei coefficienti DCT mediante B_2-Code e mediante codice di Huffman. Nella tabella sono anche indicati i valori dell'efficienza di codifica e la riduzione di bit rate rispetto alla codifica scalare.

7. Quantizzazione vettoriale dei coefficienti DCT

Si sono analizzate le prestazioni ottenute mediante quantizzazione vettoriale dei coefficienti DCT, interni ai singoli blocchi di codifica, abbinata alla codifica entropica dei vettori quantizzati in modo da consentire la regolazione fine del bit rate operabile con il buffer di trasmissione.

In questo contesto è stato scelto il quantizzatore vettoriale a reticolo utilizzante come cella base l'icosaedro troncato generalizzato alla dimensione 64.

Tale cella, che è ottima per le dimensioni 3 e 4 (bibl. 24), è infatti generalizzabile ad ogni dimensione basandosi sull'osservazione che le coordinate del baricentro sono o tutte pari o tutte dispari per ogni cella del reticolo.

Questa proprietà è alla base dell'algoritmo di quantizzazione, che risulta così oltremodo rapido e semplice. È infatti sufficiente effettuare due quantizzazioni ipercubiche del blocco, una per avere coordinate tutte pari l'altra per averle tutte dispari e scegliere tra le due possibili rappresentazioni quella che produce la distorsione minore.

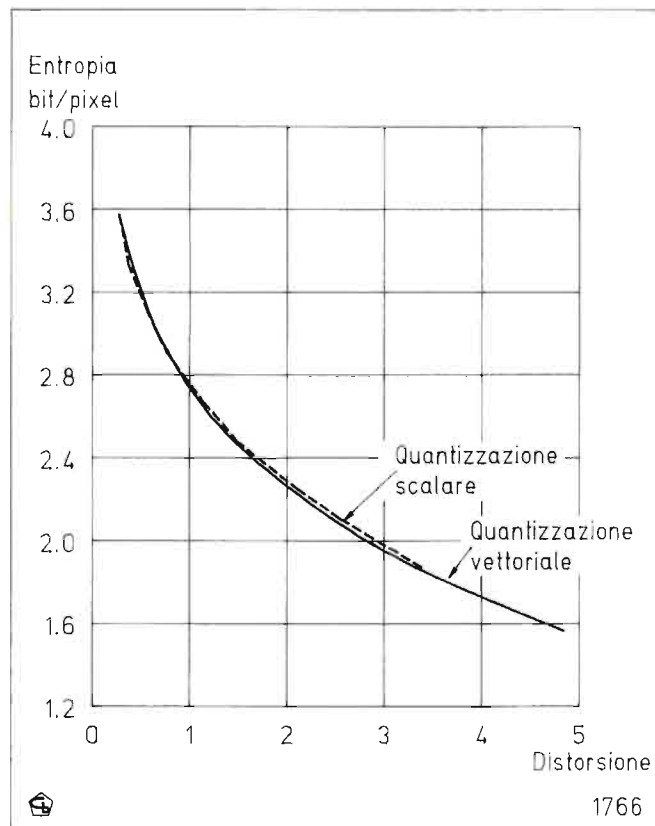
Come esposto precedentemente, il quantizzatore vettoriale con codifica entropica presenta un guadagno di riempimento dello spazio rispetto al quantizzatore scalare con codifica vettoriale entropica illustrato in figura 5b. Tale guadagno, inferiore a 0,254 bit per campione, si ha quando sono soddisfatte le ipotesi dell'«High Resolution Theory» ed in particolare quando i simboli emessi dalla sorgente sono scorrelati tra loro e con identica distribuzione statistica. Tale fatto comporta che la probabilità di una *n-pla* è data dal prodotto delle probabilità dei singoli elementi costituenti la *n-pla*. In particolare la probabilità di avere *n* simboli nulli consecutivi è uguale alla potenza *n*-esima della probabilità di un simbolo nullo. In questo

modo la codifica delle sequenze di zeri non risulta applicabile.

I coefficienti DCT interni al blocco di codifica sono scorrelati tra loro, ma non hanno una uguale distribuzione statistica. In particolare la probabilità di avere sequenze di n zeri è elevata e molto superiore alla potenza n-esima della probabilità di un solo zero. Tale fatto comporta una notevole efficienza della codifica di sequenze di zeri e di fine anticipata del blocco. Le celle di quantizzazione ottime secondo l'«High Resolution Theory», riducono la probabilità degli zeri in uscita dal quantizzatore e quindi riducono l'efficienza della codifica di sequenze di zeri.

Per ovviare a tale inconveniente i coefficienti DCT hanno subito una elaborazione prima della loro quantizzazione vettoriale. Tale elaborazione consiste nell'annullare i coefficienti con valore assoluto inferiore ad una determinata soglia in modo tale da non ridurre il numero degli zeri presenti all'uscita del corrispettivo quantizzatore scalare. Quinti il quantizzatore vettoriale a reticolo opera soltanto sui coefficienti non nulli del blocco. In tale modo il quantizzatore non è più rigorosamente uniforme e le sue prestazioni complessive risultano purtroppo circa uguali a quelle del quantizzatore scalare, come si può vedere in figura 13 dove sono riportate le curve distorsione/entropia dei due quantizzatori.

8. Conclusioni

Si sono analizzate le tecniche ed i vantaggi relativi alla codifica ed alla quantizzazione vettoriale dei coefficienti DCT.

Esistono due schemi fondamentali di codifica DCT, uno detto di bit allocation e l'altro detto di codifica entropica. Il primo codifica ciascun coefficiente con un numero di bit definito dalla «Rate Distorsion Theory» in base alla varianza del coefficiente ed alla distorsione accettata. Il quantizzatore utilizzato è non uniforme ed ottimo nel senso di Max e varia da coefficiente a coefficiente. Con tale tipo di schema la quantizzazione e codifica vettoriale presenta parecchi vantaggi, descritti nell'articolo, rispetto a quella scalare e tra questi la possibilità di ottenere, per ogni coefficiente, un'allocazione frazionaria del numero di bit.

Lo schema di codifica entropica utilizza un buffer di canale che retroagisce sulla caratteristica di quantizzazione. Tale metodo di codifica è stato descritto in vari articoli pubblicati su questa stessa rivista. Nel presente articolo si sono esaminate le possibilità di impiego su di esso della codifica e quantizzazione vettoriale.

La DCT con codifica entropica permette la codifica con un numero frazionario di bit per campione già nel caso scalare, grazie alla codifica di sequenze di zeri e di fine anticipata del blocco. La codifica vettoriale non presenta quindi i vantaggi legati alla «Rate Distorsion Theory».

La codifica vettoriale risulta vantaggiosa nel caso in cui i coefficienti DCT siano correlati. Purtroppo questo non si verifica se si considerano i coefficienti comprensivi di segno e modulo, ma si presenta invece tra i loro moduli. Si può quindi ottenere un guadagno di codifica scindendo i singoli coefficienti in modulo e segno che vengono poi separatamente codificati in modo vettoriale.

La riduzione di bit rate, 5 ÷ 7%, ottenuta utilizzando il codice di Huffman, non sembra sufficiente per passare ad un sistema di codifica notevolmente più complesso. Tale cambio non sembra conveniente neanche nel caso in cui, ampliando il vocabolario della codifica vettoriale, si raggiungesse una riduzione di bit rate del 9% che risulta pari alla riduzione di entropia. Inoltre il codice di Huffman risulta poco protetto contro gli errori residui di canale e quindi sarebbe conveniente individuare un B-code avente, con la codifica vettoriale, un'efficienza prossima a quella del codice di Huffman.

Inoltre, nello schema di DCT con codifica entropica, la quantizzazione vettoriale non presenta nessun vantaggio rispetto alla quantizzazione scalare.

Le ottimizzazioni sono state fatte con uno schema di codifica DCT che utilizza solo il modo intra-field. Si sono comunque fatte alcune verifiche, per quanto riguarda il quantizzatore a reticolo, con i coefficienti ottenuti dalla codifica di DCT ibrida ed i risultati non sono stati sostanzialmente diversi. Inoltre si sono fatte alcune prove di quantizzazione vettoriale formando i vettori con gli elementi coposizionati di blocchi differenti; i risultati ottenuti non sono stati migliori di quelli descritti.

(3957)

Fig. 13 — Entropia in funzione dell'errore di quantizzazione del segnale quantizzato in modo scalare e vettoriale con quantizzatore a reticolo.

BIBLIOGRAFIA

1. - DEL PERO R.: *Codifica del segnale televisivo numerico: metodi di riduzione della ridondanza.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1989, pagg. 9-16.
2. - BARBERO M., STROPPIANA M.: *Codifica del segnale televisivo numerico: uso della trasformata coseno discreta.* «Elettronica e Telecomunicazione», n. 1, 1989, pagg. 17-29.
3. - BARBERO M., DEL PERO R., GIROMINI P.: *Codifica del segnale televisivo numerico: struttura di trama per un sistema basato su DCT.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1990, pagg. 13-22.
4. - BARBERO M., BELLORA R., STROPPIANA M.: *Codifica del segnale televisivo numerico: codici a lunghezza variabile applicati ai coefficienti DCT.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1990, pagg. 23-33.
5. - BARBERO M., CUCCHI S.: *Codifica del segnale televisivo numerico: architettura di un co-decodificatore HDTV utilizzante la DCT.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1990, pagg. 3-11.
6. - *SPECIALE ITALIA '90.* «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 3, 1990.
7. - BENEDETTO S., BIGLIERI E., CASTELLANI V.: *Digital Transmission Theory.* Prentice Hall, 1987.
8. - JOEL MAX: *Quantizing for Minimum Distorsion.* «IRE Transactions on Information Theory», vol. IT-6, March 1960.
9. - A. GERSHO: *Principles of Quantization.* «IEEE Transactions on Circuits and Systems», vol. CAS-25, No. 7, July 1978.
10. - T. BERGER: *Optimum Quantizers and Permutation Codes.* «IEEE Transactions on Information Theory», vol. IT-18, November 1972.
11. - ROGER C. WOOD: *On Optimum Quantization.* «IEEE Transactions on Information Theory», vol. IT-15, No. 2, March 1969.
12. - H. GISH, J. N. PIERCED: *Asymptotically Efficient Quantizing.* «IEEE Transactions on Information Theory», vol. IT-14, No. 5, September 1968.
13. - M. STROPPIANA: *Valore ottimo di restituzione del quantizzatore lineare e suo impiego nella codifica dei coefficienti DCT.* RAI - Centro Ricerche, Relazione Tecnica 88/4/I.
14. - J. MAKOUL, S. ROUCOS, H. GISH: *Vector Quantization in Speech Coding.* «Proceedings of the IEEE», vol. 73, No. 11, November 1985.
15. - T. D. LOOKABAUGH, R. M. GRAY: *High-Resolution Quantization Theory and the Vector Quantizer Advantage.* «IEEE Transactions on Information Theory», vol. IT-35, No. 5, September 1989.
16. - A. GERSHO: *On the Structure of Vector Quantizers.* «IEEE Transactions on Information Theory», vol. IT-28, No. 2, March 1982.
17. - P. A. CHOU, T. LOOKABAUGH, R. M. GRAY: *Entropy-Constrained Vector Quantization.* «IEEE Transations on Acoustics, Speech, and Signal Processing», vol. ASSP-37, No. 1, January 1989.
18. - Y. LINDE, A. BUZO, R. M. GRAY: *An Algorithm for Vector Quantizer Design.* «IEEE Transactions on Communications», vol. COM-28, No. 1, January 1980.
19. - R. M. GRAY: *Vector Quantization.* «IEEE Acoustics, Speech and Signal Processing Magazine», April 1984.
20. - T. R. FISCHER: *A Pyramid vector Quantizer.* «IEEE Transaction on Information Theory», vol. IT-32, No. 4, July 1986.
21. - T. R. FISCHER: *Geometric Source Coding and Vector Quantization.* «IEEE Transaction on Information Theory», vol. IT-35, No. 1, January 1989.
22. - R. C. REINENGER, J. D. GIBSON: *Distributions of the Two Dimensional DCT Coefficients for Images.* «IEEE transactions on Communications», vol. COM-31, No. 6, June 1985.
23. - F. BELLIFEMINE, A. CHIMIENTI, R. PICCO: *Analysis of a 2d-dct coding scheme with motion compensation and vector quantization.* «Proceeding of SPIE», Vol. 1360, Lausanne, october 1990.
24. - A. GERSHO: *Asymptotically Optimal Block Quantization.* «IEEE transaction on Information Theory», vol. IT-25, No. 4, July 1979.
25. - CONWAY, SLOANE: *Voronoi Regions of Lattices, Second Moments of Polytopes, and Quantization.* «IEEE Transaction on Information Theory», vol. IT-28, No. 2, March 1982.
26. - DAVISSON: *Rate Distortion Theory and Applications.* «Proceedings of the IEEE», July 1972.
27. - BELLORA, DIMINO, MURATORI: *Hybrid DCT Comparison of the Statistics of DCT Coefficients and processing modes and with and without Motion Compensation.* «International Workshop on HDTV», Torino, Settembre 1989.
28. - W. CHEN, C. H. SMITH: *Adaptive Coding of Monochrome and Color Images.* «IEEE transactions on Communications», vol. COM-25, No. 11, Nov. 1977.
29. - K. AIZAWA, H. HARASCUHIMA, H. MIYAKAWA: *Adaptive Vector Quantization of Picture Signals in Discrete Cosine Transform Domain.* «Electronics and Communications in Japan», Part 1, vol.70, No. 5, 1987.
30. - CMTT/2 - 172.

IL TELEMETEO RAI

MARCO GIORDANA *

SOMMARIO — Una delle possibili nuove applicazioni del Telesoftware è la messa in onda dei file relativi alle telefoto riprese dal satellite meteorologico Meteosat: un servizio chiamato Telemeteo. Gli argomenti trattati in questo articolo sono: l'analisi delle caratteristiche del satellite Meteosat e delle immagini che esso trasmette, la descrizione di una stazione ricevente a terra che permette la ricezione dei dati irradiati su personal computer, l'elaborazione e la compressione dei file grafici su computer, la trasmissione tramite Telesoftware, la ricezione e la riespansione dei file numerici dal lato utente. In particolare è sugli algoritmi di compressione, capaci di ridurre sotto il 18% le dimensioni dei file di dati e, di conseguenza, i tempi di acquisizione, che si è voluto porre maggiore attenzione in previsione anche di applicazioni diverse da quella del Telemeteo.

*SUMMARY — One of the possibly new applications of the Telesoftware is to put on the air some files relevant to the telephotos shot from the weather satellite Meteosat: a service called Telemeteo.
The main topics dealt with in the paper are: the analysis of the characteristics of the Meteosat satellite and of the pictures it transmits, the description of an earth receiving station which allows the reception of the broadcast data on a computer, the computer processing of the graphic files in order to compress them, the transmission through Telesoftware, the user's reception and the re-expansion of the digital files. In particolar, even in view of applications different from the Telemeteo one, attention is drawn on the compression algorithms, capable of reducing the extension down to 18% and as a consequence the acquisition time of the data files.*

1. Introduzione

Il Telemeteo nasce con l'obiettivo di rendere accessibili le telefoto riprese dal satellite meteorologico Meteosat all'utenza, potenzialmente molto vasta, che è raggiungibile mediante il supporto del servizio Telesoftware.

Le possibilità del Telesoftware nella trasmissione di programmi, dati e informazioni di ogni genere, lo rendono infatti fertile terreno per iniziative nuove e dai molteplici aspetti.

Prima di essere messi in onda sulle pagine Televideo come Telesoftware, i dati delle telefoto vengono elaborati e compressi, in modo da ridurre il più possibile i tempi di acquisizione da parte degli utenti. Questi ultimi hanno la possibilità, dopo le procedure di acquisizione e di decompressione, di visualizzare le immagini meteorologiche su un personal computer utilizzando un software opportuno; possono inoltre realizzare sequenze simili ad animazioni per individuare con semplicità e chiarezza il nascere e l'evolversi di perturbazioni meteorologiche anche di modesta estensione.

Tutto questo non richiede l'acquisto di antenne paraboliche e di costosi e complessi ricevitori da satellite: bastano soltanto una economica e funzionale scheda per la ricezione del Telesoftware, da inserire su un personal computer, e una normale antenna televisiva.

* Ing. Marco Giordana del Centro Ricerche RAI - Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 5 agosto 1991.

2. Il satellite Meteosat

Il satellite meteorologico Meteosat della E.S.A., l'Agenzia Spaziale Europea, è posizionato in orbita geostazionaria sull'Oceano Atlantico ad una altezza di 36000 chilometri sull'intersezione tra il meridiano di Greenwich e l'equatore.

La faccia della Terra che il Meteosat è in grado di riprendere, e che praticamente è coincidente con la zona nella quale i suoi segnali sono captabili, comprende tutta l'Europa, l'Africa, il Medio Oriente e la parte orientale dell'America del Sud.

Le telefoto riprese dal satellite Meteosat sono inviate al laboratorio E.S.A. di Darmstadt in Germania dove subiscono alcune elaborazioni — vengono aggiunti i contorni delle terre emerse ed un riquadro dove vengono comunicati il formato dell'immagine e l'ora della ripresa — e ritrasmesse al satellite che le irradia nuovamente a terra.

Questa trasmissione avviene su due canali: il primo canale è posizionato alla frequenza di 1694,5 MHz e il secondo a 1691,0 MHz; sul primo canale l'emissione di immagini è continua nelle ventiquattro ore e consiste nella trasmissione delle telefoto riprese dal Meteosat, di alcune immagini di test e di messaggi all'utenza; sul secondo si hanno trasmissioni saltuarie di messaggi, mappe meteorologiche e telefoto riprese da altri satelliti.

I trasmettitori in funzione sul satellite irradiano, ad una potenza di circa 60 watt, segnali modulati in frequenza con banda di 26 kHz. Il segnale video modula in modulazione di ampiezza a doppia banda laterale una sottoportante a 2,4 kHz utilizzata a sua volta per modulare in frequenza il segnale a 1,7 GHz.

3. Il formato WEFAX

Il protocollo di trasmissione delle telefoto del Meteosat segue il formato Wefax le cui caratteristiche principali vengono illustrate in questo paragrafo.

La trasmissione di ogni immagine è preceduta da un segnale di start (un'onda quadra a 300 Hz della durata di 3 secondi) e da un segnale di sincronizzazione di fase (un'altra onda quadra caratterizzata dalla alternanza di 12,5 ms di livello di nero e 237,5 ms di livello di bianco per la durata di 5 secondi).

La successiva trasmissione delle 800 righe dell'immagine richiede in totale 200 secondi.

Ogni riga è preceduta da un segnale di inizio riga che consiste di 7 barre composte da 2 pixel bianchi seguiti da due pixel neri; la durata del segnale di inizio riga è di circa 12 ms e, dopo di esso, sono trasmessi i pixel relativi all'immagine meteorologica.

Il formato della telefoto è 800·800 pixel (compresi i pixel di inizio immagine); l'immagine è in bianco-nero con 256 livelli di luminanza.

Il segnale di stop, a fine immagine, è formato da onde quadre a 450 Hz per la durata di 5 secondi. L'intervallo tra due telefoto dura 27 secondi.

Tra il segnale d'inizio di un'immagine e il segnale d'inizio dell'immagine immediatamente successiva trascorrono complessivamente quattro minuti.

4. Le immagini del Meteosat

La parte di mondo che il satellite Meteosat può riprendere è suddivisa, per quanto riguarda le telefoto trasmesse, in 9 riquadri principali (contrassegnati con numeri da «1» a «9» e ordinati da Ovest a Est e da Nord a Sud); sono trasmessi anche due riquadri a dettaglio superiore riservati all'Europa (siglati «02» e «03»).

Le telefoto possono essere riprese nel visibile e vengono allora contrassegnate con il codice «C», nell'infrarosso («D») o nel vapor acqueo («E»).

Le telefoto relative al visibile sono quelle solitamente di maggiore effetto, ma non sono disponibili che quando il nostro pianeta è sufficientemente illuminato dal sole, condizione questa che varia sia in funzione delle ore che delle stagioni. Le immagini a superiore dettaglio sono sempre fotografate nel visibile (codice «CO2» e «CO3»).

Saltuaria è la trasmissione di immagini nel vapor acqueo, mentre frequente e regolare è quella di immagini nell'infrarosso: le telefoto di codice D2, relative all'Europa e all'Africa settentrionale, sono trasmesse aggiornate al 30° e al 58° minuto di ogni ora, quindi quarantotto volte in una giornata.

Nelle riprese nell'infrarosso, le nuvole alte, più fredde, sono quelle a maggiore luminanza (bianco), le nuvole più basse, meno fredde, sono rese con grigi molto chiari mentre le terre calde — come i deserti africani — appaiono molto scure o nere.

Le immagini di formato «D2» sono quelle che intende trasmettere il Telemeteo, alla sua entrata in esercizio, alla cadenza prevista di una telefoto ogni ora. Si sta vagliando inoltre la possibilità di trasmettere, contemporaneamente o in alternativa al formato «D2» in risoluzione VGA, sequenza di immagini a minor dettaglio — 300·200 pixel — e relative alla sola Europa, immagini ricavate dall'elaborazione delle stesse telefoto di formato «D2».

5. La ricezione del satellite

L'apparato di ricezione dal satellite, adoperato per l'acquisizione delle telefoto usate come campioni nelle prove che sono alla base di questa presentazione, comprende: un'antenna parabolica di 120 centimetri di diametro, un ricevitore SYS400LX APT progettato appositamente per la ricezione delle immagini trasmesse dai satelliti meteorologici, un computer EPSON PC AX2 sul quale è installata una scheda EIZO MD-B07 che permette di usufruire di alte risoluzioni grafiche (la massima è VGA 600·800) e una scheda di interfaccia Meteopiù acquistata e realizzata, come il ricevitore, dalla ditta Fontana Elettronica di Cumiana (Torino).

La scheda Meteosat acquisisce le immagini in 874 righe di 600 pixel con 16 livelli di luminanza e le salva in file numerici codificando ogni pixel con quattro bit. L'avere un numero di righe superiore ad 800 è conseguenza del fatto che, insieme all'immagine vera e propria, vengono salvati anche i segnali di inizio e di fine immagine, mentre la riduzione della lunghezza delle righe a 600 pixel è effettuata direttamente a livello hardware. La lunghezza totale dei file risulta essere di 262144 byte.

6. La compressione

La trasmissione di un file di 262 kbyte non può avvenire utilizzando una sola pagina del Telesoftware. Infatti, attualmente, il sistema ha un limite per la ricezione dei file di circa 60 kbyte; limite che, anche in futuro, non potrà comunque superare gli 80 kbyte, corrispondenti al pieno utilizzo delle 99 rolling (sottopagine) in cui è suddivisibile ogni pagina; quindi i dati relativi ad una sola telefoto andrebbero spezzati su cinque pagine del Televideo. Inoltre i tempi di acquisizione per gli utenti sarebbero molto lunghi.

..	..	..	..	..	..	..	..	..
a(1)	a(2)	..	a(2j-1)	a(2j)	a(2j+1)	a(2j+2)	..	a(600)
b(1)	b(2)	..	b(2j-1)	b(2j)	b(2j+1)	b(2j+2)	..	b(600)
c(1)	c(2)	..	c(2j-1)	c(2j)	c(2j+1)	c(2j+2)	..	c(600)
d(1)	d(2)	..	d(2j-1)	d(2j)	d(2j+1)	d(2j+2)	..	d(600)
e(1)	e(2)	..	e(2j-1)	e(2j)	e(2j+1)	e(2j+2)	..	e(600)
..	..	..	..	..	..	..	..	..

1738

Fig. 1 — Struttura file originale (j intero).

..	..	..	..	..	..	..	..
A(1)	A(2)	..	A(j)	A(j+1)	A(j+2)	..	A(300)
B(1)	B(2)	..	B(j)	B(j+1)	B(j+2)	..	B(300)
C(1)	C(2)	..	C(j)	C(j+1)	C(j+2)	..	C(300)
D(1)	D(2)	..	D(j)	D(j+1)	D(j+2)	..	D(300)
..	..	..	..	..	..	..	..

1739

Fig. 2 — Strutture file filtrato.

La scelta iniziale che si è fatta, è quella di usare una sola pagina per immagine — aggiornandola ogni ora — e di trasmettere conseguentemente i file elaborandoli e comprimendoli (compattandoli) in modo da ridurre sia le

dimensioni che i tempi di trasmissione senza però rinunciare che in minima parte alla qualità iniziale.

La prima operazione eseguita è stata quello di sottocampionare l'immagine dimezzandone il numero di byte. Facendo riferimento alle figure 1 e 2, il filtro adottato (filtro di ordine zero) effettua la seguente trasformazione:

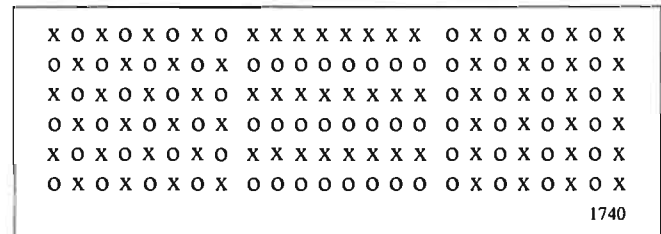
$$B(j) = \frac{b(2\cdot j)}{2} + \frac{a(2\cdot j) + b(2\cdot j-1) + b(2\cdot j+1) + c(2\cdot j)}{8};$$

$$C(j) = \frac{c(2\cdot j+1)}{2} + \frac{b(2\cdot j+1) + c(2\cdot j) + c(2\cdot j+2) + d(2\cdot j+1)}{8};$$

$$D(j) = \frac{d(2\cdot j)}{2} + \frac{c(2\cdot j) + d(2\cdot j-1) + d(2\cdot j+1) + e(2\cdot j)}{8};$$

....

Il sottocampionamento quincunx effettuato è risultato offrire immagini di qualità migliore rispetto ad analoghi sistemi operanti per righe o per colonne (vedi figura 3). Non sono stati scelti filtri di ordine superiore perché si è verificato che non miglioravano la qualità dell'immagine mentre aumentavano considerevolmente i tempi di elaborazione.

Come secondo passo si è elaborato il file dati, valutando per ogni pixel una predizione della sua luminanza e memorizzando i valori differenza tra la predizione effettuata e il valore effettivo.

Sottocampionamento quincunx.	Sottocampionamento verticale.	Sottocampionamento orizzontale.
x o x o x o x o	x x x x x x x x	o x o x o x o x
o x o x o x o x	o o o o o o o o	o x o x o x o x
x o x o x o x o	x x x x x x x x	o x o x o x o x
o x o x o x o x	o o o o o o o o	o x o x o x o x
x o x o x o x o	x x x x x x x x	o x o x o x o x
o x o x o x o x	o o o o o o o o	o x o x o x o x

1740

x ⟶ campioni filtrati
o ⟶ campioni eliminati

Fig. 3 — Strutture di sottocampionamento.

I valori differenza sono stati poi limitati a 9 soli valori interi, come illustrato nella Tabella 1.

TABELLA 1.
LIVELLAMENTO DELLE DIFFERENZE DI LUMINANZA

d = y—ÿ	d1
d < —8.0	—11
—8.0 ≤ d < —3.5	— 5
—3.5 ≤ d < —1.5	— 2
—1.5 ≤ d < —0.5	— 1
—0.5 ≤ d ≤ + 0.5	0
+ 0.5 < d ≤ + 1.5	+ 1
+ 1.5 < d ≤ + 3.5	+ 2
+ 3.5 < d ≤ + 8.0	+ 5
+ 8.0 < d	+ 11

y = valore di luminanza
ÿ = valore predetto
d = valore differenza y − ÿ
d1 = valore differenza a 9 livelli

La stima del valore predetto $\ddot{y}$, viene, effettuata non usando i valori di luminanza y, bensì i valori y' calcolati come:

$$y' = \ddot{y} + d1$$

In alternativa alla Tabella 1 si sono effettuate numerose prove e si è appurato che livellatori con un maggior numero di valori riducevano l'efficacia della successiva compattazione, mentre i livellatori a sette valori portavano non trascurabili deterioramenti delle immagini rispetto agli originali.

Ritornando alla struttura del file di figura 2, possiamo operare su una analoga rappresentazione ottenuta sostituendo ai valori del file sottocampionato ... A(j), B(j), C(j) ... i valori calcolati ... A'(j), B'(j), c'(j) ...

Valgono allora le relazioni:

$$B'(j) = 0.3\cdot B'(j-1) + 0.35\cdot A'(j) + 0.35\cdot A'(j+1) + d1(B'(j));$$

$$C'(j) = 0.3\cdot C'(j-1) + 0.35\cdot B'(j-1) + 0.35\cdot B'(j+1) + d1(C'(j));$$

I valori numerici vengono tutti arrotondati all'intero più prossimo.

TABELLA 2.
CODIFICA DEI VALORI A MAGGIORE RICORRENZA

n	simbolo	codice
1	d1 = + 1	00
2	d1 = — 1	01
3	zr = 1	10 00
4	zr = 2	10 01
5	d1 = + 2	11 00
6	d1 = — 2	11 01
7	zr = 3	10 10 00
8	zr = 4	10 10 01
9	zr = 5	10 11 00
10	zr = 6	10 11 01
11	zr = 7	11 10 00
12	zr = 8	11 10 01
13	d1 = + 5	11 11 00
14	d1 = — 5	11 11 01
15	zr = 9	10 10 10 00
16	zr = 10	10 10 10 01
17	zr = 11	10 10 11 00
18	zr = 12	10 10 11 01
19	fr	10 11 10 00
20	zr = 13	10 11 10 01
...	... ...	... ...

simboli a frequenza crescente

d1: valore differenza a 9 livelli.
zr: numero zeri consecutivi.
fr: valore di fine-riga.

Uno studio effettuato su decine di telefoto formato «D2», ha permesso di individuare la distribuzione di probabilità delle differenze a nove livelli e delle sequenze di «zeri». Diciamo di avere uno «zero» quando la differenza tra la predizione ed il valore effettivo è tale che il valore differenza «*d1*» risulta nullo e si è stabilito di codificare con simboli diversi secondo la loro lunghezza le sequenze di zeri, si è utilizzato un ulteriore simbolo per tutte quelle sequenze di zeri che arrivavano fino al termine della riga in esame (fine riga).

Come già detto, per le statistiche sono state scelte tutte telefoto di formato «D2» (infrarosso), ma si è osservato che le statistiche ricavate restano valide anche per gli altri formati. Per i simboli, tra i diversi metodi possibili, è stato scelto di usare una codifica a lunghezza variabile, più breve per i simboli più frequenti nel file, più lunga per i simboli a minore ricorrenza. Ad esempio al valore *d1* = - *2*, viene associato un simbolo lungo quattro bit: un bit «1» di proseguimento codice, un bit «1» di codice, un bit «0» di fine codice e un bit «1» di codice.

Nella tabella 2 viene riportata la rappresentazione usata per i simboli più ricorrenti.

Il file contenente i codici relativi alle differenze livellate delle luminanze di una data telefoto del Meteosat è il file che viene effettivamente trasmesso sul Televideo.

7. Efficacia della compressione

L'immagine che l'utente potrà alla fine visualizzare usufruendo del servizio Meteosat ha, a causa delle procedure di campionamento usate, una qualità leggermente inferiore a quella dell'immagine originale. Tale riduzione di qualità non comporta una perdita di informazione ed è avvertibile, per quanto in misura scarsamente significativa, solo sui confini delle terre emerse e sulle scritte che riportano l'ora e il formato dell'immagine che risultano leggermente meno nitidi.

L'immagine originale ha dimensioni di 262 kbyte ma, eliminando i segnali non più significativi di start, inizio riga e stop, si riduce a meno di 230 kbyte. Il primo livello del compattatore dimezza questo valore mentre il secondo ha un'efficacia maggiore anche se dipende dalle caratteristiche della telefoto.

Il file compresso risulta avere dimensioni medie di circa 45 kbyte, meno del 18% dell'originale, dimensioni che variano però al variare delle caratteristiche dell'immagine e della situazione meteorologica.

L'immagine ricostruita ha dimensioni di circa 250 kbyte.

8. Il TELEMETEO dal lato RAI

L'acquisizione e la messa in onda dei file compattati, per chiari motivi di esercizio, deve avvenire in maniera automatica senza che sia necessario l'intervento di personale di controllo, se non per situazioni non gestibili come potrebbe essere quella di guasti dei macchinari.

Quando, per una qualsiasi causa, una telefoto non viene ricevuta (ad esempio mancata trasmissione da parte del Meteosat o problemi tecnici sull'apparato di ricezione) o se le dimenzioni dei file compattati sono superiori ai limiti del Telesoftware (eventualità questa che si è verificata nelle prove effettuate solo in casi veramente rarissimi, quando le condizioni di ricezione dal satellite erano volutamente così critiche che le immagini acquisite avevano una qualità pessima e il ricevitore perdeva frequentamente l'aggancio al segnale) è necessario essere in grado di elaborare una qualche strategia per gestire e segnalare l'anomalia.

L'intervento che si è pianificato consiste nel trasmettere, quando le telefoto normali non sono disponibili, una immagine di scuse di rapida acquisizione con la quale si informi l'utenza della mancata trasmissione. Tale intervento è automatico e non sospende il normale ciclo di messa in onda.

9. Cenni sul servizio TELESOFTWARE

Il Telesoftware è un servizio che permette di trasmettere agli utenti programmi e file acquisendoli da pagine del Televideo.

I programmi compattati sono trasmessi come sequenze di caratteri e la loro correttezza è assicurata dalla presenza di un CRC (Cyclical Redundancy Check) che occupa gli ultimi due byte dei 40 che compongono una riga.

La ricezione di una riga con il CRC non corretto non interrompe l'acquisizione dei dati ma comporta per l'utente l'attesa della ritrasmissione della stessa sottopagina sulla quale si è verificato l'errore.

Le pagine Televideo, sono infatti dei «fascicoli» di sottopagine (Rolling Page) trasmesse ciclicamente e ogni sottopagina contiene un'informazione utile di un po' meno di 900 byte. Le sottopagine vengono trasmesse a una frequenza che attualmente è circa di una ogni sedici secondi. L'acquisizione di 50 kbyte viene a richiedere tra i quindici e i venti minuti; aggiornando le immagini al ritmo di una ogni ora, si verificano almeno tre ritrasmissioni dell'immagine che dovrebbero permettere di recuperare eventuali errori e perdite di dati a tutti gli utenti in possesso di apparati riceventi non eccezionalmente critiche.

Il software che «impagina» i dati secondo le specifiche Telesoftware e che ne gestisce la trasmissione al Sistema Televideo è stato realizzato dal dottor Luigi Baracco del *Centro Ricerche* RAI che lo ha modificato in modo da renderlo adatto alle esigenze specifiche del Telemeteo.

L'apparato di ricezione del Telesoftware richiede un personal computer su cui sia stata inserita una scheda di interfaccia (nelle prove di verifica effettuate è stato usato il decoder Televideo della Seleco) nella quale il segnale televisivo entra attraverso una comune presa di antenna.

10. Il TELEMETEO dal lato utente

Dell'attrezzatura richiesta per ricevere i file presenti sul Telesoftware, siano programmi, articoli compattati di giornali, informazioni protette di utenti privilegiati o, appunto, file compressi contenenti l'informazione della luminanza delle telefoto del satellite Meteosat, si è già detto nel capitolo precedente.

Per poter visualizzare le immagini l'utente deve però essere anche in possesso del software di decompattazione, un programma che sarà trasmesso anch'esso su una pagina Telesoftware. Le caratteristiche di questo programma sono quelle di ricostruire le immagini in formato VGA 600 · 800 e gli algoritmi usati sono i reciproci di quelli presentati nel paragrafo sulla compattazione.

L'utente per visualizzare i file avrà bisogno di un programma di gestione grafica che, oltre alla semplice visualizzazione dell'immagine, potrà presentare molte opzioni aggiuntive che realizzino ingrandimenti dell'immagine, evidenzino i 16 livelli di luminanza con scale cromatiche differenti, realizzino sequenze di immagini, magari a detta-

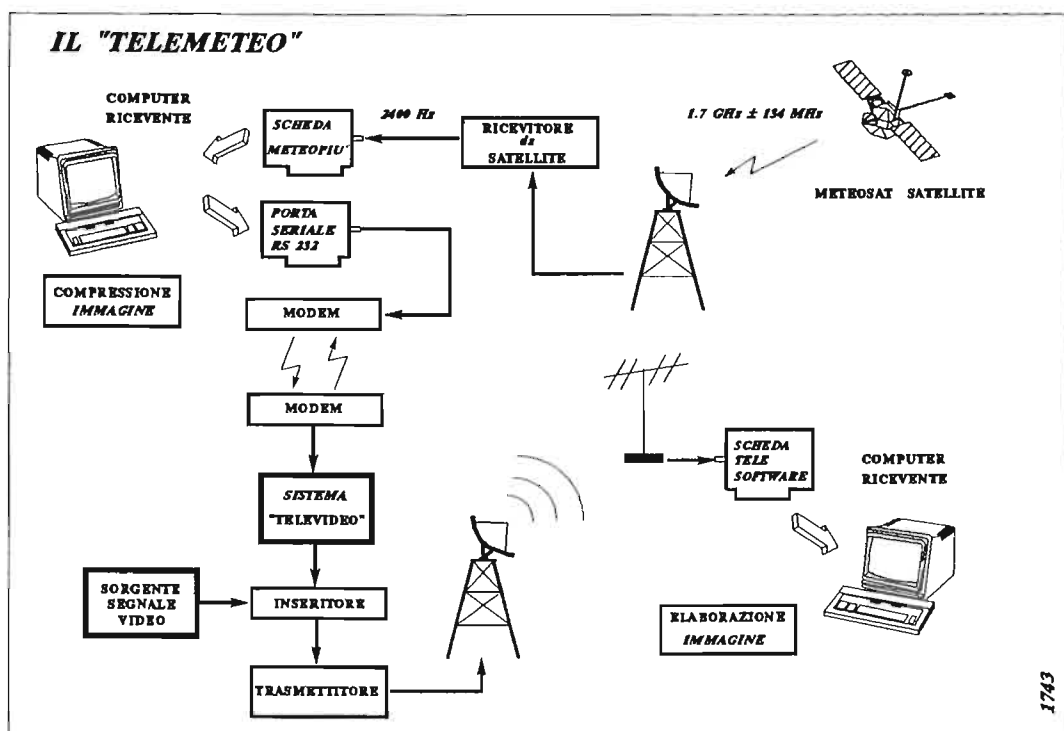



Fig. 4 — Rappresentazione schematica della sequenza di processi che compongono il Servizio Telemeteo RAI, dal satellite Meteosat agli utenti del Telesoftware RAI: il percorso delle immagini meteorologiche dell'Europa verso le nostre case.

glio inferiore di quello originale, per evidenziare il movimento dei fronti nuvolosi nei cieli di tutta l'Europa o che arrivino a predirne i movimenti durante le ore seguenti.

11. Sviluppi in corso

Ultimamente, constatato come la risoluzione VGA 600·800 continua ad essere gestita in maniera non omogenea dalle case produttrici di personal computer e di schede grafiche, si sta favorevolmente valutando, in collaborazione con la Ditta Fontana, la possibilità di elaborare e mettere in onda immagini in formato VGA standard, avente risoluzione 480·640. Tale scelta riduce ulteriormente le dimensioni del file da trasmettere operando su un'immagine di partenza il cui numero di pixel è circa i 2/3 di quella considerata nei paragrafi precedenti.

Si vanno anche precisando le caratteristiche del software di gestione grafica che verrà gratuitamente fornito al grande pubblico, sempre tramite il Telesoftware. Esso permetterà la visualizzazione dei livelli di luminanza delle immagini non solo come livelli di grigio ma anche con la scelta di tavolozze di colori modificabili dall'utente; la colorazione aumenta il risultato dell'immagine e rende più immediata l'interpretazione dei fenomeni meteorologici.

Inoltre gli utenti potranno selezionare, tramite una rapida procedura di installazione la scheda grafica in loro possesso: VGA 480·640, EGA 350·640, CGA 200·320. Chiaramente la qualità dell'immagine sarà funzione del tipo di scheda in dotazione.

Altre possibilità si stanno esaminando a livello di Marketing e riguardano lo sfruttamento delle immagini del satellite Meteosat per un servizio a pagamento per utenti privilegiati, servizio che potrebbe essere alternativo o somarsi a quello qui presentato e che non nasce comunque dalle ricerche qui riassunte.

12. Conclusioni e ringraziamenti

Il Telemeteo è quindi un passo avanti nel sempre più stretto imparentamento tra sistemi televisivi ed informatici, uno stimolo ed un premio per l'utenza che con esso vuole cominciare ad accedere ai servizi che, tramite il Telesoftware RAI, sono a sua disposizione.

Le telefoto del Meteosat che fino ad ora erano riservate a pochi studiosi e amatori, possono diventare un'immagine familiare sugli schermi di tutti i personal computer; una fonte di dati sempre aggiornata che può, tramite i canali televisivi, raggiungere il grande pubblico.

L'autore vuole ringraziare il Dott. Mario Stroppiana per le preziose consulenze nella scelta e nella valutazione degli algoritmi di compressione, il Sig. Cesare Vayr per la guida, i consigli e la stretta collaborazione nello sviluppo del sistema Telemeteo in tutte le sue diverse problematiche e il Sig. Mauro Rossini per il valido e continuo supporto tecnico fornito.

(3998)

SISTEMI VSAT PER SATELLITI EUTELSAT II

F. MARTININO, E. SALVATORI, F. SANTUCCI *

SOMMARIO — Il presente articolo riguarda la valutazione delle prestazioni di una rete a stella VSAT ad accesso TDM/TDMA, utilizzante i satelliti Eutelsat di II generazione. Dopo una prima parte relativa alla descrizione delle principali caratteristiche della nuova serie di satelliti ed alla architettura della rete in esame, segue un'analisi comparativa per la valutazione dell'entità del miglioramento, in termini di margine di sistema, che si ottiene attraverso il passaggio dalla prima alla seconda generazione Eutelsat. L'obbiettivo finale di tale indagine è la identificazione di soluzioni sistemistiche basate su un uso ottimale del margine di guadagno stimato, al fine di migliorare le prestazioni globali del sistema. Considerazioni riassuntive ed indicazioni su possibili sviluppi futuri concludono l'articolo.

*SUMMARY — **VSAT Systems for EUTELSAT II Satellites.** A report is given on the performance assessments of a TDM/TDMA VSAT star network using the EUTELSAT II satellites. The first part describing the main characteristics of the new satellite family and the architecture of the network under test is followed by a comparative analysis used to assess the improvement, in terms of system margin, due to the upgrading from the first to the second Eutelsat generation. The final target of such an investigation is to identify system solutions based on an optimal use of the estimated overall increase in order to improve the system performance. Final considerations and indications on possible future developments conclude the paper.*

1. Introduzione

L'impiego del satellite nelle telecomunicazioni dati è sempre più diffuso (bibl. 1 e 2). In particolare, questa tendenza ha ricevuto una grande spinta dallo sviluppo di terminali via satellite sempre più compatti, utilizzanti bassa potenza in trasmissione ed antenne con diametri ridotti.

Questi terminali, derivati principalmente dalla tecnologia sviluppata per il TVRO (TV Receive Only), sono usualmente classificati come VSAT (Very Small Aperture Terminal).

In particolare, maggiori dettagli riguardanti tali terminali ed in generale le reti VSAT possono essere derivati dai riferimenti bibliografici 3, 4, 5 e 6.

La nascita e lo sviluppo dei sistemi VSAT sono stati determinati essenzialmente da due fattori: adozione di particolari configurazioni del segmento terreno; incremento delle prestazioni del segmento spaziale.

Il primo punto riguarda la tipica architettura del sistema VSAT. Infatti i tradizionali sistemi di telecomunicazione via satellite sono realizzati mediante l'uso di terminali gemelli, in modo da ripartire equamente le prestazioni (EIRP, G/T) tra le stazioni stesse.

Nell'ambito dei sistemi VSAT viene invece introdotto uno sbilanciamento di prestazioni dei due terminali partecipanti al collegamento. Tale sbilanciamento comporta la possibilità di ridurre al minimo le prestazioni di un terminale, che chiameremo d'utente, compensandole con l'incremento delle prestazioni dell'altro terminale, che chiameremo master.

Questa scelta ha permesso di sviluppare architetture di reti a configurazione stellare, composte da una stazione master (nodo centrale), ed N stazioni d'utente (nodi remoti). In tale configurazione la complessità del sistema è tutta concentrata nella stazione master, a beneficio di una semplificazione del terminale d'utente.

Tale architettura permette di realizzare dei terminali a basso costo, che possono essere integrati nella stazione di lavoro dell'utente, estendendo così il concetto di terminale telematico alle comunicazioni via satellite.

Il secondo punto riguarda l'incremento delle prestazioni a bordo del satellite, con conseguente rilassamento dei requisiti dei terminali a terra. Ciò è dovuto sia allo sviluppo della tecnologia dei tubi di bordo, in termini di potenza e affidabilità, sia all'impiego di antenne con guadagni maggiori. L'incremento di guadagno delle antenne è ottenuto realizzando delle coperture di tipo continentale/nazionale, anziché di tipo globale. Tale tendenza è conseguenza del fatto che le aree interessate a questo tipo di applicazioni sono ben localizzate da un punto di vista geografico, ad esempio il Nord-Europa ed il Nord-America.

In riferimento a quello che qui è indicato come il secondo fattore dello sviluppo dei sistemi VSAT, in questo articolo si considerano le prestazioni della nuova generazione dei satelliti EUTELSAT II. In tale ambito, si analizza l'impatto che tali nuove prestazioni hanno sul sistema VSAT realizzato da Alenia Spazio, detto sistema SELSTAR, attualmente operante con diverse applicazioni sui satelliti EUTELSAT di I generazione.

2. Caratteristiche dei satelliti Eutelsat di II generazione

Eutelsat II è un satellite stabilizzato a tre assi con una massa al lancio di circa 1800 Kg, è dotato di due pannelli solari con una apertura in orbita di 22,4 m e di due riflettori di antenna del diametro di 1,6 m per le comunicazioni con la terra. In condizioni normali la potenza primaria utilizzata dal satellite è ricavata dai pannelli solari, men-

* Ing. Francesco Martinino e ing. Enrico Salvatori dell'Alenia Spazio S.p.A. - Roma; ing. Fortunato Santucci dell'Università dell'Aquila.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 6 giugno 1991.

tre durante i periodi di eclisse tale potenza è fornita da due batterie tampone al Nichel-Idrogeno, tale da garantire la totale capacità del satellite; la massima potenza disponibile a fine vita è di circa 3KW.

Il sottosistema di alimentazione è tale da consentire contemporaneamente l'utilizzo di 16 ripetitori, contro i 9-10 della prima generazione.

Gli amplificatori TWTA (Travelling Wave Tube Amplifier) a bordo sono in grado di erogare in uscita una potenza di 50 W e sono organizzati in due gruppi da 12, ognuno dei quali è dedicato a 8 ripetitori; in tal modo è garantita una ridondanza di ben 4 TWTA per ogni gruppo di 8 ripetitori.

Una caratteristica di rilievo è costituita dalla possibilità di regolazione del guadagno con una dinamica di 15 dB su ogni ripetitore; tale possibilità è prevista anche nella serie Eutelsat I, dove però è utilizzata per compensare le variazioni del guadagno del ripetitore durante il corso della vita operativa del satellite. Nel caso di Eutelsat II, la regolazione del guadagno può essere usata per adattare meglio le caratteristiche del satellite alle esigenze dei servizi, rendendo più flessibile ed efficiente l'utilizzo dei diversi ripetitori.

Le prestazioni, in termini di accuratezza di posizionamento orbitale, risultano, nel caso di Eutelsat II, notevolmente migliorate, con indubbi vantaggi per i sistemi a terra; ciò, infatti, consente di ridurre i requisiti di tracking nelle stazioni di terra, con conseguente diminuizione della complessità e del costo di queste ultime. In particolare, la posizione orbitale del satellite è mantenuta con una precisione di ±0,05 gradi, sia nella direzione N/S, che nella direzione E/O; nel caso di Eutelsat I, la precisione in entrambe le direzioni è di ±0,1.

La vita utile minima prevista per il satellite è di circa 7 anni, con una affidabilità a fine vita di 0,74.

Le caratteristiche generali di Eutelsat II sono riassunte in Tabella 1 (bibl. 7).

TABELLA 1.
PRINCIPALI CARATTERISTICHE GENERALI DEL SATELLITE Eutelsat II

CARATTERISTICHE	VALORI
Massa al lancio	1700-1800 kg
Stabilizzazione	a tre assi
Apertura in orbita del satellite (con i pannelli dispiegati)	22,4 m
Numero antenne di comunicazione	2
Diametro dei fue riflettori di antenna	1,6 m
Potenza primaria disponibile (fine vita)	3 KW
Batterie tampone	2 al Ni-H da 65 A/h
Capacità di eclisse	totale
Numero totale ripetitori	16
Regolazione guadagno dei ripetitori	15 dB
Potenza TWTA	50 W
Ridondanza TWTA	8+4
Accuratezza di posizionamento orbitale nelle direzioni N/S e E/O	±0,05
Vita utile minima	7 anni
Affidabilità (fine vita)	0,74

Uno dei maggiori aspetti innovativi della seconda generazione dei satelliti Eutelsat, consiste nella nuova canalizzazione in frequenza, associata ad una estensione della banda in down-link. In particolare, il satellite utilizza per i collegamenti in up-link la banda compresa tra i 14,00 e i 14,50 GHz, mentre per i collegamenti in down-link quella compresa tra i 10,95 e i 12,75 GHz.

Rispetto ai satelliti di prima generazione, tale ultima banda è estesa di circa 170 MHz (in Eutelsat I l'estremo superiore della banda di down-link è pari a 12,58 GHz), con la conseguente possibilità di un maggiore numero di canali a disposizione per applicazioni con piccoli terminali.

La canalizzazione all'interno delle due bande è mostrata in figura 1.

Come si può osservare, sono previsti due tipi differenti di canali con banda lorda rispettivamente di 40 e 80 MHz; al contrario, nella prima generazione la canalizzazione prevede un solo tipo di canale da 80 MHz.

Tale caratteristica permette un uso più efficiente della banda totale disponibile ed in generale una maggiore flessibilità nei confronti delle richieste dell'utenza.

Fig. 1 — Canalizzazione in frequenza del satellite EUTELSAT II.

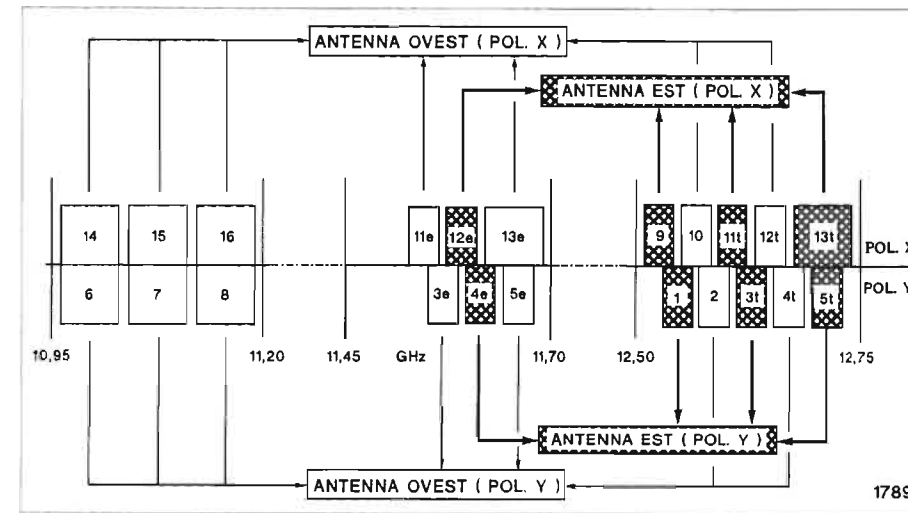



Fig. 2 — Ripartizione dei canali in DOWN-LINK tra l'antenna EST e l'antenna OVEST di EUTELSAT II.

Nella banda di up-link si hanno tre canali da 80 MHz, allocati nell'intervallo di frequenza compreso tra 14,25 e 14,50 GHz; i corrispondenti tre canali in down-link, sono posizionati tra 10,95 e 11,20 GHz. In questi tre canali è utilizzato il riuso di frequenza tramite polarizzazione incrociata, in modo da ottenere un totale di 6 canali. Un settimo canale da 80 MHz è posizionato in up-link prima dei 14,25 GHz; tale canale può essere utilizzato in down-link o nella banda degli 11 GHz o in quella dei 12 GHz.

I canali da 40 MHz sono in totale 9 e presentano una caratteristica particolarmente interessante rispetto a quelli da 80 MHz. Infatti, in tal caso, il riuso di frequenza è attuato tramite l'uso di polarizzazione incrociata con l'aggiunta di un opportuno disallineamento in frequenza introdotto tra i canali corrispondenti (vedi figura 1). Questa particolare tecnica, permette di poter utilizzare stazioni a terra con requisiti di isolamento di polarizzazione meno stringenti rispetto a quelli richiesti normalmente nel caso di impiego della sola tecnica di polarizzazione incrociata.

A parte i canali indicati come 1, 2, 9 e 10, che in down-link sono nella banda dei 12 GHz, i rimanenti altri 5 canali da 40 MHz possono essere utilizzati in down-link o nella banda degli 11 GHz o in quella dei 12 GHz.

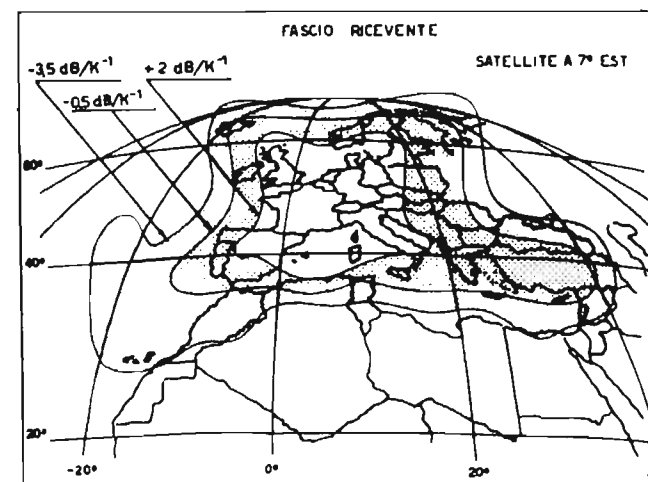



Fig. 3 — Area di copertura in ricezione dell'antenna EST.

Come risultato di tale struttura, i canali utilizzabili contemporaneamente sono in numero di 16, anche se si possono avere fino a 22 possibili configurazioni.

Le due antenne di Eutelsat II sono denominate, rispettivamente, «Antenna EST» e «Antenna OVEST».

La prima (Antenna EST) è utilizzata per la ricezione dei canali nella banda dei 14 GHz in entrambe le polarizzazioni e per la trasmissione di un massimo di 8 canali nelle bande degli 11 e 12 GHz, in entrambe le polarizzazioni.

La seconda (Antenna OVEST) è utilizzata solo in trasmissione per un massimo di 6 canali nella banda dei 10 GHz e di 4 canali sia per la banda degli 11 che dei 12 GHz ed in entrambe le polarizzazioni.

La Tabella 2 riassume, per comodità, la ripartizione dei canali in TX e RX tra le due antenne.

In figura 2 è mostrata in dettaglio la suddivisione dei canali di down-link tra le due antenne ed in funzione delle polarizzazioni.

L'area di copertura a terra in ricezione dell'Antenna EST è mostrata in figura 3, mentre in figura 4 è mostrata l'area di copertura in trasmissione della stessa antenna. Infine, il fascio di copertura in trasmissione dell'Antenna OVEST è indicato nella figura 5.

Entrambe le antenne sono dotate di un secondo modo di trasmissione, detto «modo ad alta potenza», rispetto a quello di sopra descritto indicato invece come «modo base».

Nel modo ad alta potenza è possibile, per ognuna delle due antenne e per ogni polarizzazione, concentrare la potenza disponibile in una zona centrale europea, note-

TABELLA 2.
RIPARTIZIONE DEI CANALI IN TX E RX PER LE DUE ANTENNE EST E OVEST

ANTENNA	FUNZIONE	NUMERO CANALI MAX.	BANDA (GHz)	POLARIZZAZIONE
EST	RX	16	14	X e Y
EST	TX	8	14/12	X e Y
OVEST	TX	6	10	X e Y
OVEST	TX	4	11	X e Y
OVEST	TX	4	12	X e Y

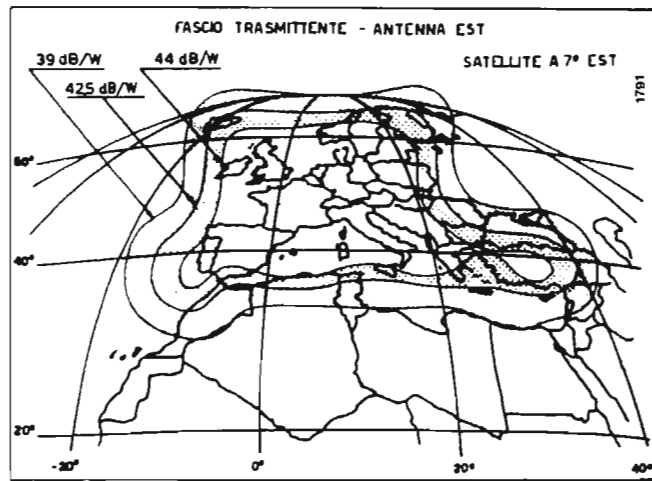



Fig. 4 — Area di copertura in trasmissione dell'antenna EST.

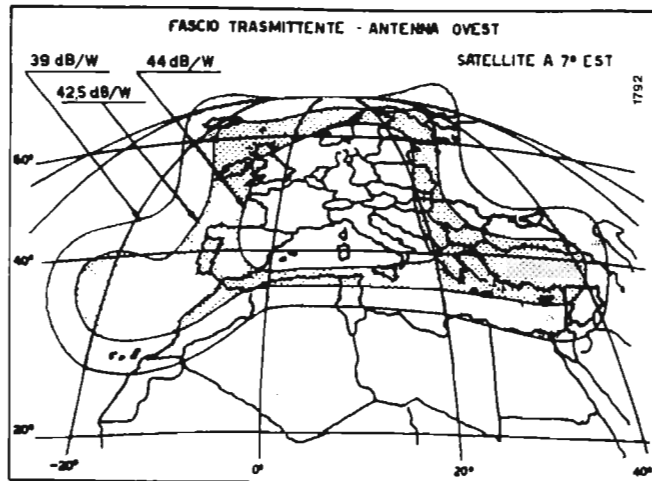



Fig. 5 — Area di copertura in trasmissione dell'antenna OVEST.

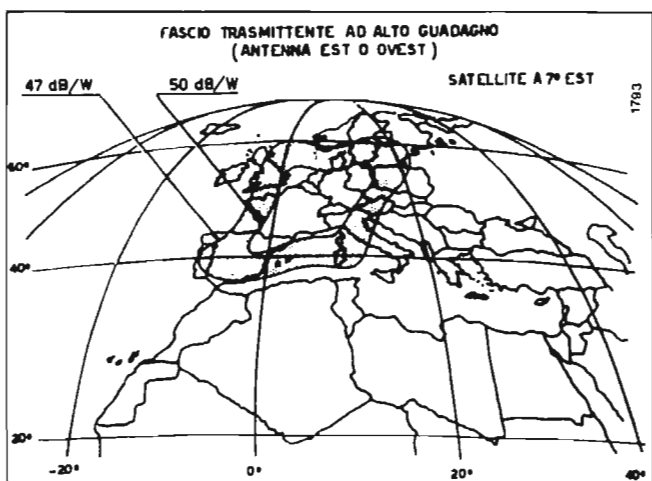



Fig. 6 — Area di copertura in trasmissione nel modo ad alto guadagno per entrambe le antenne di Eutelsat II.

TABELLA 3.
PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL RIPETITORE SMS PER LE DUE GENERAZIONI EUTELSAT

PARAMETRI	EUTELSAT I ECSI-F2	EUTELSAT II ECSII-F2
Grx (dB)	31,7	32,1
Gtx (dB)	31,5	31,0
Gtransponder (dB)	104,9	115,6
G/T (dB/K)	−1,5	4,7
EIRP (dBW)	43,5	48,2
Io (dBW/Hz)	−83,4	−76,1

volmente ristretta rispetto all'area coperta nel modo base. Ciò è ottenuto tramite telecomando da terra di commutazione della rete di feed dell'antenna relativa.

Tale sistema consente di incrementare notevolmente il flusso a terra, a discapito dell'area servita, rendendo possibile l'uso di stazioni dotate di antenne sensibilmente ridotte.

Il fascio trasmittente ad alto guadagno, comune ad entrambe le antenne, è mostrato in figura 6.

In entrambe le generazioni dei satelliti Eutelsat, un certo numero di canali è, in particolare, dedicato a servizi telematici (voce a bassa bit rate, dati, video); tale insieme di ripetitori è denominato SMS (Satellite Multiservice System).

Le applicazioni del sistema VSAT, di seguito illustrate, sono basate sull'uso dell'SMS; a tale proposito in Tabella 3 vengono riassunte le caratteristiche di tali ripetitori per entrambe le generazioni (bibl. 8 e 9).

3. Sistema VSAT: prestazioni e confronti

3.1 IL SISTEMA VSAT

3.1.1 *Architettura di sistema: Topologia.*

Il sistema SELSTAR (bibl. 10) è basato su di una configurazione a stella. Infatti è prevista una stazione principale (MASTER), corrispondente al nodo centrale della stella, ed una popolazione di stazioni remote (VSAT), corrispondenti ai nodi terminali, come mostrato in figura 7.

La topologia della rete rispecchia la connettività offerta dal sistema. Infatti, la stazione master si connette con tutte le stazioni VSAT e viceversa; mentre non è possibile il collegamento diretto dal tipo VSAT-VSAT. Tale connettività è conseguenza della filosofia di progetto secondo la quale, nelle reti VSAT, si tende a centralizzare la complessità del sistema in un unico punto (stazione master) a beneficio delle stazioni VSAT. In particolare, tale principio consente di impiegare nelle stazioni VSAT bassa potenza in trasmissione, figura di rumore media in ricezione e piccoli diametri d'antenna, con conseguente riduzione dei costi del terminale d'utente.

I collegamenti ottenuti sono sbilanciati, in quanto le caratteristiche del terminale VSAT richiedono un incre-

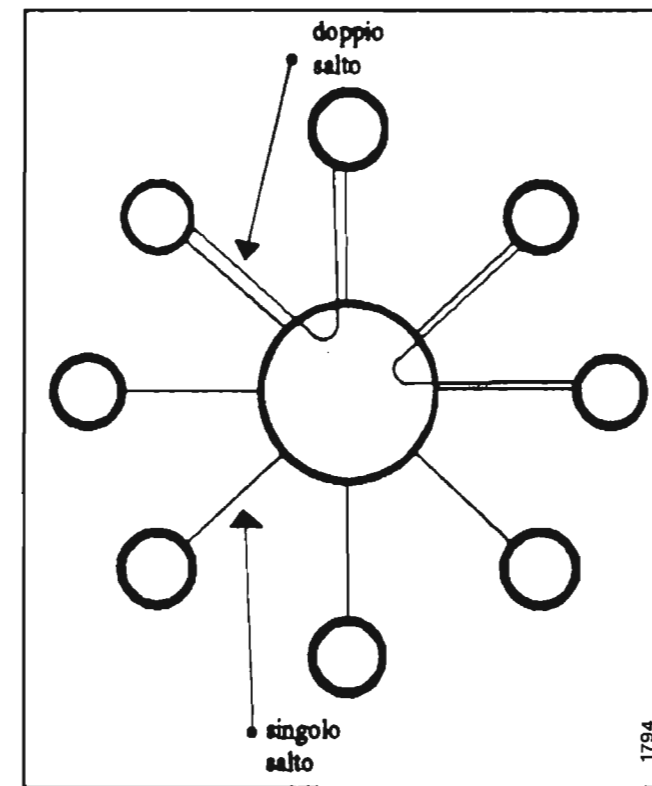



Fig. 7 — Topologia e connettività del sistema SELSTAR.

mento delle prestazioni della stazione master. Ciò spiega perché è possibile il solo collegamento bidirezionale master-VSAT.

In particolare, nel seguito il collegamento dalla stazione master al terminale remoto è indicato come «outbound», mentre il collegamento dal terminale remoto alla stazione master è indicato come «inbound».

Il sistema SELSTAR copre le esigenze di una utenza che prevede essenzialmente un traffico di tipo centripeto o centrifugo in relazione ad un sito privilegiato. È comunque possibile impiegare il sistema SELSTAR anche in applicazioni dove si richiede il collegamento tra due stazioni VSAT.

Tale configurazione è realizzata tramite un collegamento a doppio salto, (vedi figura 7), dove la stazione master viene impiegata come ripetitore a terra. Naturalmente il ritardo di propagazione si raddoppia con conseguente impatto sulle prestazioni del canale.

3.1.2 *Architettura di sistema: Tecnica di accesso al satellite.*

La rete impiega una tecnica di accesso al satellite del tipo TDM/TDMA. La stazione master trasmette una portante continua TDM (outbound); tale portante a 512 Kbit/s risulta dalla multiplazione a terra dell'insieme dei segnali trasmessi verso la stazione master. Ogni singola stazione riconosce il proprio pacchetto dati tramite l'indirizzo in esso contenuto.

La stazione VSAT trasmette una portante a 64 Kbit/s inbound a burst, che viene multiplata in accesso al satellite (TDMA), e quindi ritrasmessa verso la stazione master. Questa tecnica permette di condividere nel tempo una unica portante tra più stazioni remote. L'intervallo di tempo dedicato alla singola stazione VSAT è variabile in funzione del traffico d'utente e ciò ottimizza l'efficienza d'uso della portante.

Il sistema adotta la modulazione numerica di fase BPSK (Binary Phase Shift Keying), con codifica di canale convoluzionale FEC, $r = 1/2$ e decodifica di Viterbi.

La rete cresce modularmente, aumentando il numero di portanti outbound/inbound, in funzione delle esigenze di traffico, rispettivamente da stazione master o da stazioni VSAT.

3.1.3 *Stazione master.*

Con riferimento al diagramma a blocchi di figura 8,

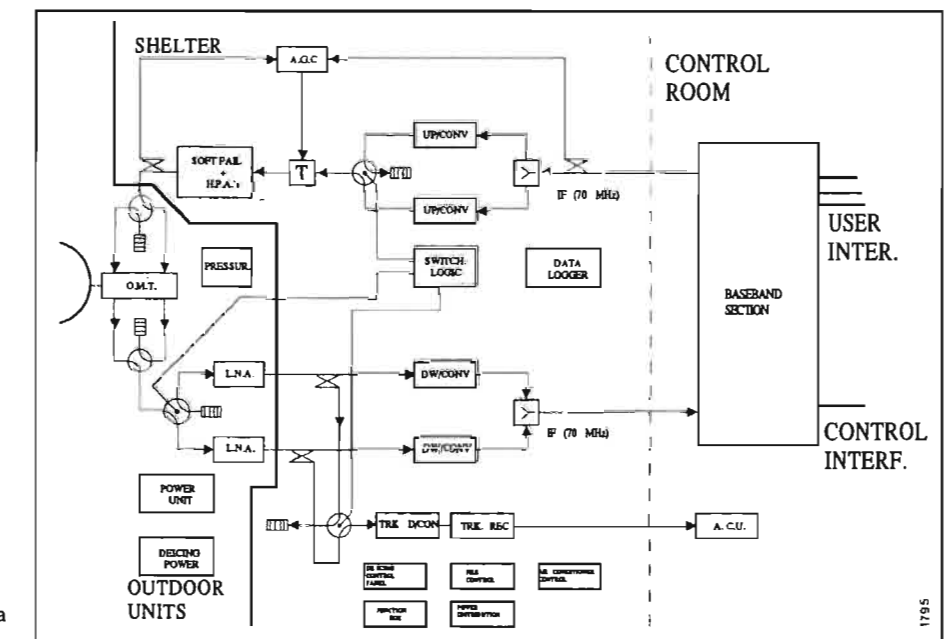



Fig. 8 — Diagramma a blocchi funzionali della stazione master.

si individuano tre principali sezioni: Antenna, RF e Banda Base.

Il sottosistema antenna include una parabola ad ottica centrata con un diametro compreso tra i 6-9 metri, dotata di sistema di inseguimento del satellite (Step-Track).

Il sottosistema RF è posizionato all'interno di uno shelter e comprende le catene TX e RX, dalla interfaccia IF di 70 MHz alla interfaccia RF d'antenna a 12/14 GHz.

La catena TX include il convertitore di salita (UP/C) a doppia conversione e quindi l'amplificatore di potenza (HPA); l'intero guadagno della catena è controllato tramite dispositivo a controreazione (AGC).

La catena RX include un amplificatore a basso rumore (LNA) e quindi il convertitore di discesa (DW/C) a doppia conversione che fornisce l'interfaccia IF a 70 MHz.

Solitamente lo shelter è distante dalla sala apparati dove è posizionato il sottosistema di banda base, conseguentemente è previsto l'uso di equalizzatori di percorso. Entrambe le catene sono in configurazione ridondata.

Il sottosistema BB si interfaccia da un lato con la media frequenza a 70 MHz e dall'altro con l'utente. La sezione di modemodulazione tratta la portante continua outbound in TX e le portanti a burst inbound in RX. L'intero sistema è gestito dalla unità di controllo TDM/TDMA, che realizza il corretto instradamento del traffico, sia in ingresso che in uscita dalla stazione stessa. Tale unità di controllo è dotata di console di operatore per configurare i parametri dell'intera rete.

L'intero sistema, comprese le VSAT, è tenuto sotto continuo controllo dall'unità di M&C (Monitoring and Control), che nella eventualità di guasti, è in grado di gestire le ridondanze presenti nel sistema tramite opportuni comandi di commutazione.

In Tabella 4, sono riportate le principali caratteristiche della stazione master.

3.1.4 *Stazione VSAT*

Con riferimento al diagramma a blocchi di figura 9, si individuano due sezioni principali: unità esterna ed unità interna.

L'unità esterna include l'antenna offset di 1.8 metri di diametro. La testata radio è posizionata sul braccio dell'antenna stessa, in essa è contenuto l'amplificatore allo stato solido (SSPA) TX e l'amplificatore a basso rumore RX.

La testata effettua una prima conversione di frequenza in salita/discesca ad 1 GHz e quindi tramite cavo coassiale si interfaccia alla sezione intermedia. In questa ultima unità si effettua la modemodulazione delle portanti inbound/outbound.

La seconda unità individuata è quella di banda base. Ad essa si interfaccia l'utente e qui i segnali vengono correttamente instradati da/per la stazione master. La stazione VSAT non prevede alcuna ridondanza.

Le principali caratteristiche del terminale remoto sono riassunte in Tabella 4.

Fig. 9 — Diagramma a blocchi funzionali del terminale remoto.

3.1.5 *Protocolli d'interfaccia d'utente*

Affinché la rete dati via satellite si possa proporre come un valido complemento di una rete terrestre, deve essere in grado di inserirsi in modo trasparente nel sistema preesistente.

Questo significa, in particolare, che la rete VSAT deve fornire gli stessi protocolli d'interfaccia che offre la rete di terra.

L'impiego del mezzo trasmissivo satellite comporta l'inevitabile introduzione di un ritardo di tempo dovuto alla propagazione. Questo ritardo impatta sulle prestazioni dei protocolli progettati per le reti terrestri. Nelle comunicazioni via satellite sono impiegate varie tecniche al fine di garantire il corretto funzionamento delle procedure previste nei vari protocolli.

La prima tecnica prevede l'intervento sui meccanismi che regolano il controllo del flusso e la ritrasmissione dei dati; questo al fine di evitare che il trasmettitore dopo aver inviato il pacchetto debba attendere inoperoso il riscontro da parte del ricevitore, prima di poter riprendere a trasmettere il successivo pacchetto. In particolare, la scelta del numero di pacchetti che possono essere trasmessi, senza attendere il relativo riscontro, deve essere tale da coprire il tempo impiegato dal riscontro a percorrere il canale via satellite (500 ms).

TABELLA 4.
CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA STAZIONE MASTER E DEL TERMINALE REMOTO

PARAMETRI	STAZIONE MASTER	TERMINALE REMOTO
Diametro (m) antenna	6	1,8
Efficienza	0,63	0,56
T (LNA) (K)	130	250
T (SYS) (K)	250	350
Grx (dB)	55,9	44,9
G/T (dB/K)	31,9	19,5
Gtx (dB)	56,9	45,9
P (HPA) (W)	100	2
EIRPmax (dBW)	76,9	48,9

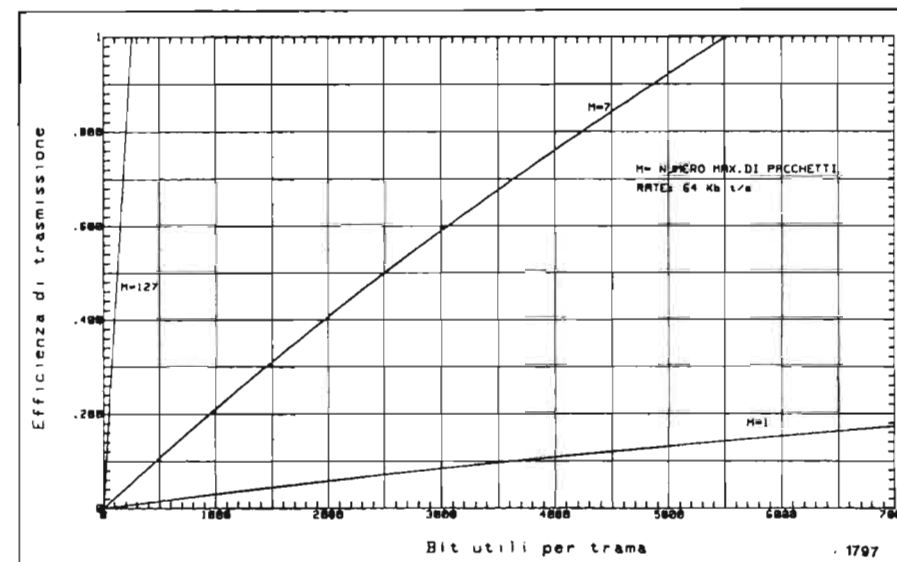



Fig. 10 — Efficienza di canale in funzione dei bit utili trasmessi per trama.

Nella figura 10 è mostrato come varia l'efficienza di canale in funzione del modulo di trasmissione (sliding window).

Una seconda tecnica impiegata è quella detta della emulazione disaccoppiata (protocol spoofing). Tale tecnica consiste nel rispondere localmente, nella stazione master o VSAT, alle procedure di controllo del protocollo d'utente, emulando il destinatario finale. In questo modo si «nasconde» il ritardo di propagazione ad una buona parte delle procedure di controllo, con un conseguente aumento della efficienza del canale.

Evidentemente l'implementazione di tale tecnica implica un incremento nelle dimensioni di memoria delle singole stazioni, al fine di poter recuperare le procedure attivate in modo errato. Ad esempio, se la stazione satellite risponde localmente ipotizzando uno stato dell'utente finale diverso da quello vero (ready anziché not ready), le dimensioni della memoria del terminale satellite devono permettere il recupero dell'informazione parzialmente trasmessa.

Il sistema SELSTAR offre la gestione dei protocolli X.25, SDLC, HDLC.

La Tabella 5 riassume i calcoli di link relativi alla configurazione della rete precedentemente descritta.

3.2 ANALISI DELLE PRESTAZIONI DEL SISTEMA VSAT CON SATELLITI EUTELSAT DI II GENERAZIONE.

In questa sezione vengono esaminate le prestazioni del sistema Selstar precedentemente descritto, nell'ipotesi di utilizzo di un satellite Eutelsat di II generazione.

Obiettivo di tale analisi è la definizione del sistema, tenendo conto delle accresciute potenzialità della nuova serie di satelliti.

In particolare, come discusso più in dettaglio nel prossimo paragrafo, la principale esigenza riguarda la ricerca di una configurazione ottima del sistema, in cui la necessità di disporre di terminali remoti di dimensioni e complessità minime non impedisca di utilizzare in maniera efficiente la capacità del ripetitore.

TABELLA 5.
BILANCIO DI COLLEGAMENTO PER LA RETE SELSTAR UTILIZZANTE EUTELSAT I (CIELO CHIARO)

PARAMETRI DI LINK		UP-LINK	
		INBOUND	OUTBOUND
Gtx	(dBi)	45,9	56,9
Ptx	(W)	2	100
EIRP	(dBW)	48,9	76,9
Back-off	(dB)	0,4	10
Perdite TX	(dB)	0,5	1,4
EIRPtx	(dBW)	48	65,5
Lfs	(dB)	207	206,9
As	(dB)	0	0
Aa	(dB)	0,3	0,3
Adep	(dB)	0,3	0,1
G/Tsat	(dB/K)	−2	−2
K	(dBW/HzK)	−228,6	−228,6
(C/No)up	(dBHz)	67,0	84,8
		DOWN-LINK	
Grx	(dBi)	31,2	31,2
Grip	(dB)	104,9	104,9
Gtx	(dBi)	31	31
EIRPsat	(dBW)	7,5	25,3
Lfs	(dB)	205,9	206
As	(dB)	0	0
Aa	(dB)	0,2	0,2
Adep	(dB)	0,1	0,3
G/T	(dB/K)	31,9	19,5
K	(dBW/HzK)	−228,6	−228,6
(C/No)down	(dBHz)	61,8	66,9
(C/Io)sat	(dBHz)	59,9	77,7
(C/No)tot	(dBHz)	57,3	66,5
Data Rate	(Kbit/s)	64	512
Eb/No	(dB)	9,2	9,4
Eb/No required	(dB)	6,5	6,5
Margin	(dB)	2,7	2,9

Ai fini del dimensionamento del sistema e per consentire una analisi comparativa, viene preso come riferimento per i calcoli di link il collegamento già esaminato nella sezione precedente, in particolare, a titolo di esempio, si considera la stazione master situata a Bari ed il terminale remoto a Genova.

Le prestazioni minime assunte per il ripetitore SMS del satellite ECSII-F2, in corrispondeza dell'area di copertura comprendente le località considerate nel collegamento, sono derivate dai valori di Tabella 3, tenendo conto delle relative posizioni rispetto al boresight del satellite.

In particolare, si assume di utilizzare il ripetitore nella configurazione «Minimum Gain»; in realtà è prevista per i satelliti ECSII la possibilità di disporre, nell'ambito di reti chiuse, di guadagni superiori rispetto a quello minimo, con ovvia riduzione dei requisiti richiesti alle stazioni di terra.

La Tabella 6 riassume i calcoli di link per entrambi i collegamenti (inbound/outbound), dai quali risulta evidente un guadagno sul margine globale di sistema, rispetto ai risultati di Tabella 5. In particolare, come si può osservare, si ottiene un miglioramento del margine di 3,1 dB sul collegamento inbound ed un miglioramento del margine di 5,5 dB sul collegamento outbound, a parità di prestazioni e di caratteristiche dei sistemi.

Tale incremento di margine suggerisce una analisi di ottimizzazione del sistema tesa alla riduzione delle dimensioni del terminale remoto ed al miglioramento dell'efficienza della rete, in ragione delle prestazioni richieste.

TABELLA 6.
BILANCIO DI COLLEGAMENTO PER LA RETE SELSTAR UTILIZZANTE EUTELSAT II (CIELO CHIARO)

PARAMETRI DI LINK		UP-LINK	
		INBOUND	OUTBOUND
Gtx	(dBi)	45,9	56,9
Ptx	(W)	2	100
EIRP	(dBW)	48,9	76,9
Back-off	(dB)	0,4	10
Perdite TX	(dB)	0,5	1,4
EIRPtx	(dBW)	48	65,5
Lfs	(dB)	207	206,9
As	(dB)	0	0
Aa	(dB)	0,3	0,3
Adep	(dB)	0,3	0,1
G/Tsat	(dB/K)	2	2
K	(dBW/HzK)	−228,6	−228,6
(C/No)up	(dBHz)	71	88,8
		DOWN-LINK	
Grx	(dBi)	29,4	29,4
Grip	(dB)	115,6	115,6
Gtx	(dBi)	28,3	28,3
EIRPsat	(dBW)	13,7	31,5
Lfs	(dB)	205,9	206
As	(dB)	0	0
Aa	(dB)	0,2	0,2
Adep	(dB)	0,1	0,3
G/T	(dB/K)	31,9	19,5
K	(dBW/HzK)	−228,6	−228,6
(C/No)down	(dBHz)	68,0	73,1
(C/Io)sat	(dBHz)	61,5	79,3
(C/No)tot	(dBHz)	60,4	72
Data Rate	(Kbit/s)	64	512
Eb/No	(dB)	12,3	14,9
Eb/No required	(dB)	6,5	6,5
Margin	(dB)	5,8	8,4

4. Criteri di ottimizzazione

Per ottimizzare la scelta delle caratteristiche dei terminali remoti e della stazione master, è stata implementata una procedura parametrica di calcolo del collegamento, tale da identificare i valori dei parametri sintetici (EIRP, G/T), una volta fissata la qualità del servizio.

I risultati sono riassunti nei due grafici riportati in figura 11 e in figura 12.

In figura 11 è mostrato, per il collegamento inbound (terminale remoto → stazione master), l'andamento del C/No totale in funzione dell'EIRP del terminale, per diversi valori del G/T della master.

Fig. 11 — Andamento del C/No totale in funzione dell'EIRP del terminale remoto per diversi valori del G/T della stazione master.

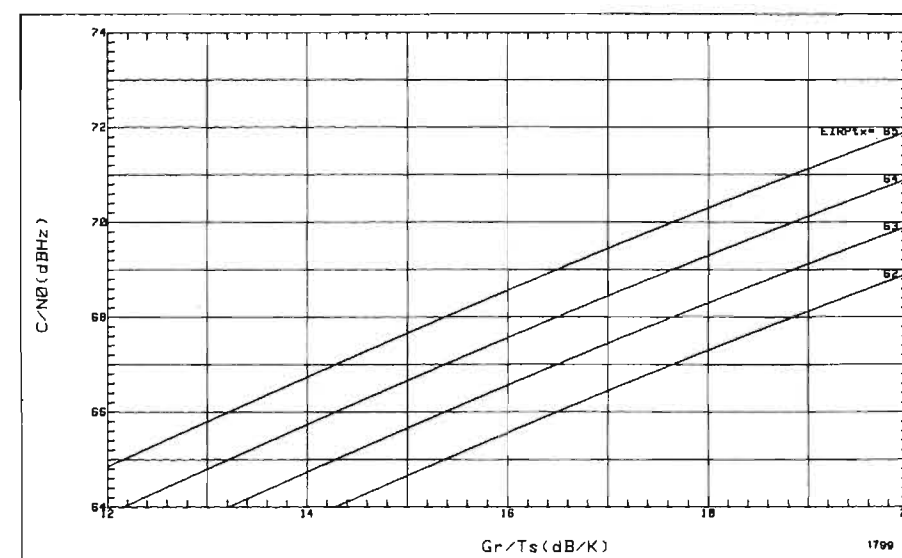



Fig. 12 — Andamento del C/No totale in funzione del G/T del terminale remoto per diversi valori dell'EIRP della stazione master.

In figura 12 è invece mostrato, per il collegamento outbound (stazione master → terminale remoto), l'andamento del C/No totale in funzione del G/T del terminale, per diversi valori dell'EIRP della master.

In entrambi i grafici, i valori dei parametri riportati sull'asse delle ascisse sono relativi al terminale remoto, perché tali parametri costituiscono uno dei principali obiettivi di ottimizzazione.

Il grafico di figura 11 fornisce, per un dato valore del C/No totale risultante, un insieme di coppie di valori (EIRP terminale remoto, G/T master) soluzione del problema, cioè tali da garantire le prestazioni richieste. Analogamente il grafico di figura 12 fornisce tutte le coppie (G/T terminale remoto, EIRP master) soluzioni del collegamento nel verso opposto. La scelta di un opportuno insieme di tali valori consente, quindi, di dimensionare il terminale remoto e la stazione master.

I risultati ottenuti possono dunque essere utilizzati, in fase di sintesi, per dedurre le possibili configurazioni di rete in grado di rispondere ai medesimi requisiti di qualità definiti per la rete SELSTAR operante con Eutelsat I.

Per un valore di BER pari a 10E-7, nell'ipotesi di adottare una modulazione BPSK con codifica convoluzionale FEC 1/2 e tenendo in conto gli opportuni margini operativi, i requisiti, per i due versi di collegamento, sono i seguenti:

— collegamento inbound: C/No = 57,3 dBHz;
— collegamento outbound: C/No = 66,5 dBHz.

Dalla figura 11, relativa al collegamento inbound si ottengono le seguenti coppie significative di soluzioni:

(G/T)master (dB/K)	(EIRP)vsat (dBW)	Diametro master (m)	Diametro VSAT (m)
31,9	45,2	6	1,2
27,2	46,4	3,5	1,4

Assumendo, per la potenza dell'amplificatore del terminale VSAT e per la temperatura di rumore di sistema della stazione master, i valori riportati in Tabella 4, si ottengono per le due soluzioni sopra indicate i corrispondenti valori dei diametri di antenna.

L'esame dei grafici di figura 12 conferma la validità delle scelte adottate, infatti per un EIRP trasmesso dalla master maggiore o uguale a 63 dBW, il C/No richiesto può essere conseguito in corrispondenza di un G/T del terminale VSAT pari a 16 dB/K, corrispondente ad un diametro di antenna di 1,2 m. Per un EIRP della master più basso (EIRP = 62 dBW), le prestazioni richieste possono essere ottenute tramite una antenna del terminale VSAT di 1,4 m (G/T = 17,4 dB/K).

Nell'ottica di ottimizzare il terminale remoto della rete, l'uso della seconda generazione Eutelsat consente dunque di ridurre il diametro di tale terminale di 0,6 m, rispetto a quello della antenna VSAT utilizzata per Eutelsat I; ciò corrisponde ad una riduzione percentuale di circa il 33%, lasciando inalterate le dimensioni di antenna e le prestazioni della master.

Viceversa, volendo perseguire un'ottimizzazione globale della rete, si può adottare la seconda soluzione di sopra descritta; in tal caso la minore riduzione percentuale delle dimensioni del terminale VSAT è compensata da una riduzione sensibile dell'antenna della stazione master, in percentuale di circa il 40%. Tale riduzione delle dimensioni dell'antenna della master è di particolare interesse in quanto consente di evitare l'impiego del sistema di inseguimento automatico del satellite, con conseguente semplificazione della stazione, riduzione dei costi ed aumento dell'affidabilità.

Questa seconda soluzione presenta vantaggi significativi nel caso di reti con un numero ridotto di terminali, in cui l'incidenza relativa del costo della master è rilevante; nel caso di reti costituite da un numero elevato di terminali, in cui è invece rilevante l'incidenza relativa del costo di questi ultimi ed in cui, tipicamente, la master trasmette più di una portante outbound, la prima soluzione esaminata risulta preferibile.

Un'ultima considerazione importante riguarda il valore di EIRP massimo disponibile per unità di banda nel ripetitore SMS di Eutelsat II. Tale valore rapportato ad una banda di 180 KHz, che corrisponde alla banda occupata

da una portante a 64 Kbit/s, con modulazione BPSK e codifica convoluzionale FEC 1/2, vale circa 18,7 dBW (supponendo una distribuzione uniforme di potenza all'interno della banda complessiva del ripetitore).

Dai calcoli di ottimizzazione del link si osserva che il valore di EIRP di satellite effettivamente utilizzato nel collegamento inbound è dell'ordine di 11 dBW, cioè circa 8 dB al di sotto del massimo disponibile. Poiché un dimezzamento della banda del segnale comporta una riduzione del massimo EIRP di canale di 3 dB, risulta possibile l'uso di una modulazione QPSK che consente effettivamente un aumento dell'efficienza di utilizzo del ripetitore.

Tale aspetto acquista particolare rilevanza nel caso di reti costituite da un numero elevato di terminali e quindi da un numero corrispondente di portanti inbound.

5. Conclusioni

Nel presente articolo è stato esaminato l'impatto della nuova generazione dei satelliti Eutelsat sulle prestazioni della rete VSAT SELSTAR, già operante con diverse applicazioni con i satelliti Eutelsat di prima generazione.

Il risultato più importante consiste nella possibilità di disporre di terminali remoti di dimensioni ridotte rispetto a quelli attualmente utilizzati. Tale circostanza risulta di particolare interesse nell'ambito dello sviluppo dell'integrazione delle reti VSAT nei servizi telematici ed in particolare nella direzione del concetto di terminale telematico integrato orientato all'utente (bibl. 10).

Questa tendenza sempre più evidente subirà nel prossimo futuro un impulso crescente dallo sviluppo della tecnologia dei satelliti di comunicazione ed in particolare attraverso l'utilizzo di frequenze di lavoro più elevate, che, peraltro, consentiranno bande percentuali maggiori di quelle oggi disponibili.

BIBLIOGRAFIA

1. - PARKER E. B.: *Micro Earth Stations as Personal Computer Accesories*, Proceedings of the IEEE, Vol. 72, N. 11, November 1984.
2. - PARKER E. B.: *Cost-Effective Data Communications for Personal Computer Applications using Micro Earth Stations*, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. SAC-3, N. 3, May 1985.
3. - RAYCHAUDHURI D., JOSEPH K.: *Ku-Band Satellite Data Networks using Very Small Aperture Terminal-Part I: Multi-Access Protocols*, International Journal of Satellite Communications, Vol. 5, 1987.
4. - RAYCHAUDHURI D.: *Ku-Band Satellite Data Networks using Very Small Aperture Terminal-Part II: System Design*, International Journal of Satellite Communications, Vol. 5, 1987.
5. - MAGGENTI M., HA T. T., PRATT T.: *Vsat Networks-An Overview*, International Journal of Satellite Communications, Vol. 5, 1987.
6. - CCIR, «Handbook Satellite Communications FSS», Ginevra 1980.
7. - VITALI E.: *La 2 generazione di satelliti dell'Eutelsat*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 4 - 1987.
8. - EUTELSAT: *Eutelsat II: Earth Stations Seminar*, Parigi, 1987.
9. - EUTELSAT: *Handbook on the Eutelsat II Satellites and their operation, SMS operation*, Parigi, 1990.
10. - MANCINI M., MARTININO F., SALVATORI E.: *Interactive Telematic Services Via Satellite: The SELSTAR System*, Congress on Electronics Proceedings, Rome 1990 International Electronics Space and Energy Exposition.

TELESINT: TELETEXT PER NON VEDENTI

PAOLA BOERI*

SOMMARIO — Presso il Centro Ricerche RAI di Torino con la collaborazione del Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Torino, è stato sviluppato un sistema per il potenziamento di Teletext chiamato TELESINT. Il sistema Teletext è una fonte di informazioni istantanee, aggiornate e sintetiche che raggiunge su tutto il territorio nazionale gli utenti che dispongono di un televisore equipaggiato con scheda telematica. Fino a ieri non esistevano in commercio strumentazioni mirate che permettessero al non vedente di recepire l'informazione visiva sotto forma sonora; oggi il sistema TELESINT permette al non vedente di acquisire l'informazione visiva, trasmessa da un segnale Teletext, in informazione sonora letta da un sintetizzatore vocale. Il non vedente dispone quindi di un potente strumento che lo rende completamente autonomo nella ricerca, lettura e archiviazione dei dati trasmessi da un segnale Teletext. Il sistema TELESINT utilizza quali supporti hardware un PC con sistema operativo MS-DOS, la scheda telematica ATD-PC2 della Seleco ed un sintetizzatore vocale. Il software del sistema realizza l'interfaccia tra la scheda telematica, che riceve il segnale Teletext, e la scheda vocale che legge testi scritti in codice ASCII, gestisce il sistema di archiviazione dei dati ricevuti e la lettura del quodiano LA STAMPA ed il settimanale AVVENIMENTI.

*SUMMARY — TELESINT: **Teletext for blind people.** The RAI Research Centre, in cooperation with the Informatics Department of the University of Turin, has developed a system called TELESINT aimed at improving the Teletext. The Teletext system offers, throughout the national territory, istantaneous updated and concise information to all the users owning a TV receiver, which is equipped with telematic board. Up to now there were not on the market dedicated instruments which enabled the conversion of the visual information into sound. At present the TELESINT system allows the blind to acquire the visual information, transmitted by a Teletext signal, as a sound information read by a vocal synthesizer. The blind has therefore a powerful instrument available, which makes him completely independent in the research, reading and filing of data tramsmitted by a Teletext signal.
The hardware of the TELESINT consists of a PC with MS-DOS system, the Seleco telematic ATD-PCE board and a vocal synthesizer. The software of the system performs the interfacing between the telematic board, which receives the Teletext signal and the vocal board which reads written, ASCII coded texts. It also operates the file system of the received data and the reading of the daily newspaper LA STAMPA and of the weekly magazine AVVENIMENTI.*

1. Introduzione

Il progetto TELESINT nasce da una collaborazione tra la RAI Radiotelevisione Italiana, la società SELECO S.p.A. di Pordenone e l'Unione Italiana Ciechi. Il progetto è stato oggetto della tesi di laurea conseguita presso l'Università degli Studi di Torino.

Le enormi potenzialità del sistema Teletext legate alla freschezza delle informazioni da esso trasmesse ed alla loro diffusione capillare, e la presenza sul mercato di schede telematiche per la ricezione di Teletext e schede per la sintesi vocale, hanno portato alla creazione di una nuova sorgente di informazioni per un nuovo utente: il non vedente.

Teletext può fornire con grande immediatezza una serie di servizi normalmente resi da opuscoli, giornali specializzati, guide ferroviarie ed aeree, elenchi telefonici per i numeri di emergenza e così via: tutti strumenti non accessibili al portatore di handicap visivi.

Teletext inoltre contiene delle pagine di informazione culturale che possono sostituire le riviste settimanali e mensili su argomenti quali le pagine radio-tv, cucina, giochi, musica, sport, ecc.

TELESINT avvicina il non vedente a tutti questi servizi costituendo un sistema caratterizzato da una estrema semplicità d'uso ed adattabile a qualsiasi sintetizzatore vocale.

Essendo un prodotto informatico destinato ad utenti non specializzati e portatori di handicap visivi, è stato necessario porre particolare cura nella realizzazione della interfaccia utente; punti cruciali sono stati la creazione dei meccanismi software per guidare l'utente attraverso l'insieme di informazioni contenute nelle pagine trasmesse dai servizi Teletext e attraverso il sistema di archiviazione di dati previsto dal sistema.

L'articolo verrà suddiviso in quattro capitoli contenenti:

- presentazione dei concetti generali relativi al sistema telematico;
- descrizione delle schede telematica e vocale appartenenti alla configurazione base del sistema;
- descrizione delle metodologie utilizzate per la soluzione del problema;
- descrizione dell'hardware e risultati ottenuti.

* Dott.ssa Paola Boeri del Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Torino.
Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 31 gennaio 1992.

2. Teletext in Europa

TELETEX è nato dalla fusione di due potenti tecnologie: il calcolatore e la trasmissione televisiva, producendo un unico supporto di considerevole sofisticazione e flessibilità.

Teletext utilizza parte del segnale di trasmissione televisiva (chiamato Field Blanking Interval o Vertical Blanking Interval) per inviare segnali, codificati digitalmente, che non interferiscono con l'immagine e che possono essere decodificati nel codice TV per produrre pagine di testo e semplici grafici.

2.1 Il sistema teletext oggi

2.1.1 *Aspetti generali*

Un sondaggio fatto tra i paesi Europei, nel quale si chiedevano informazioni sul sistema Teletext presente, ha permesso la definizione di un quadro generale della situazione in Europa.

Il servizio Teletext è offerto in tutti i 17 paesi interrogati. Il servizio sottotitoli è offerto da 13 paesi. Il servizio dati è in funzione in Italia, Regno Unito, Svizzera e Svezia.

Telesoftware è nato nel Regno Unito, dove ora è stato abbandonato. È in funzione in Italia e Svizzera.

2.1.2 *Aspetti editoriali*

Tutti i servizi lavorano con una vasta gamma di soggetti. Le notizie sono una delle parti più importanti per tutti i servizi Teletext; altri soggetti trattati da tutti i servizi riferiti sono: lo sport, la finanza, le previsioni meteorologiche, i programmi televisivi.

Ogni servizio Teletext è caratterizzato dal numero totale di pagine dedicato ad ogni soggetto e dal numero totale di pagine esistenti, sia come pagina singola che come fascicolo (rolling pages).

Mediamente, ogni organizzazione produce 800 pagine, con una proporzione di 1,66 tra il fascicolo e la singola pagina.

Attualmente il tempo di accesso alle pagine rappresenta la maggiore carenza del servizio Teletext.

La creazione di decodificatori di pagine multiple con una grossa memoria ed un software speciale progettato per lavorare con fascicoli, rappresenterebbe un'ottima soluzione al problema dell'accesso.

2.1.3 *Aspetti tecnici*

L'assegnazione delle linee VBI (Vertical Blanking Interval) al Teletext ed ai suoi servizi varia da paese a paese.

La soluzione di avere linee dedicate per i servizi Teletext, ha lo svantaggio di non offrire il migliore sfruttamento della capacità di trasmissione disponibile.

La trasmissione parallela può anche essere usata per associare, sullo stesso canale TV, un servizio Teletext nazionale con uno regionale.

Il numero di linee VBI dedicate al servizio Teletext è un parametro molto importante, che influisce sulla durata del ciclo di trasmissione. Per un certo numero di pagine, la durata del ciclo è minima quando vengono utilizzate molte linee VBI. Tuttavia, le relazioni tra questi due parametri non sono semplici, specialmente quando viene usata la trasmissione adattativa (vengono trasmesse solo le righe non vuote).

La durata del ciclo è un elemento importante per la qualità del servizio Teletext, saranno necessari ulteriori studi per verificare il modo in cui gli enti radiotelevisivi gestiscono tale tempo.

Il numero di linee VBI utilizzate dal servizio Teletext italiano è undici. L'uso delle linee VBI unito ai campi di sincronizzazione può causare in poco tempo delle interferenze oppure un disallineamento del ricevitore TV. Per questo motivo in alcuni paesi le linee VBI più basse, tendono a privilegiare la qualità del servizio Teletext, a scapito di un crescente numero di disturbi nella ricezione.

Per quanto riguarda i sistemi di riduzione del tempo di accesso, è interessante scoprire che sono pochi i paesi che attualmente, li usano o che pensano di adottarli in futuro. Infatti la maggior parte degli enti radiotelevisivi interrogati preferiscono la soluzione di decodificatori con una grande memoria.

2.2 Potenzialità e sviluppi del teletext

Come già accennato Teletext è diventato un mezzo di comunicazione adottato da molti paesi Europei. La causa maggiore che ne limita lo sviluppo futuro è il tempo di accesso, cioè il tempo impiegato dal sistema per reperire la pagina scelta dall'utente.

Questo tempo è variabile e dipende dal numero di pagine che si stanno trasmettendo, dal numero di linee di trasmissione (VBI) che si stanno usando, dalla maggior frequenza con la quale una pagina viene trasmessa e dalla velocità di accesso.

I servizi Teletext usano il segnale di trasmissione TV normale per inviare dati interpretabili da un calcolatore posto in una qualsiasi zona del paese abilitata a ricevere un normale segnale TV.

Oggi il sistema generalmente in uso è conosciuto come LIVELLO 1 di Teletext. Tale sistema, che è stato introdotto in Gran Bretagna nel 1976 e adottato dalla RAI, possiede un repertorio base di 96 caratteri alfanumerici e 64 caratteri grafici di tipo «mosaico» ed è limitato ad otto colori (solo quattro dei quali sono «user friendly»); 14 dei caratteri alfanumerici sono variabili per soddisfare le esigenze delle varie lingue, le varie funzioni sono realizzate con caratteri di controllo e visualizzate come spazi. Per quanto riguarda la trasmissione, il sistema si basa su una struttura «sincrona» con il segnale televisivo, ovvero ogni riga visualizzata sullo schermo è trasmessa in una riga televisiva.

Sono stati sviluppati altri sistemi le cui caratteristiche vanno da una gamma di colori più vasta ed una grafica più semplice (LIVELLO 2), all'aggiunta di caratteri «mobili» con una grafica qualitativamente simile a quella offerta dai terminali meno costosi tra i piccoli calcolatori da tavolo (LIVELLO 3), fino ad arrivare al LIVELLO 4 con un repertorio di caratteri più vasto ed una grafica di tipo geometrico (punto, linea, cerchio) ed il LIVELLO 5 che consente la trasmissione di immagini fisse di tipo fotografico con risoluzione televisiva.

Enti radiotelevisivi, pubblicitari ed il pubblico si sono

chiesti se esiste un sistema migliore: i primi perché vedono il potenziale della grafica avanzata non adatto per una presentazione visiva più piacevole, ma corretto per permettere un uso migliore delle carte meteorologiche, delle tabelle finanziarie e dei grafici in genere; i secondi (presenti dove esistono servizi commerciali) perché sono insoddisfatti dalle limitazioni imposte dagli enti radiotelevisivi sul numero di colori utilizzabili e sulla grafica a mosaico permessa dal LIVELLO 1; infine il pubblico che, in quantità sempre crescente, assiste continuamente alla nascita di sofisticati micro-calcolatori da tavolo e calcolatori con una grafica ad alta risoluzione.

La risposta è nelle mani delle case costruttrici. La tecnologia è in grado di introdurre decodificatori Teletext con una grande memoria per permettere al sistema TV di ricevere e memorizzare centinaia di pagine nello stesso tempo, consentendo agli enti radiotelevisivi di cambiare il modo di trasmissione delle pagine e trasmettere più pagine su meno linee, offrendo all'utente un accesso istantaneo alla pagina.

2.3 Rai televideo

Il servizio Teletext della RAI Radiotelevisione Italiana è RAI TELEVIDEO e rappresenta il primo servizio di telematica diffusiva offerto dalla RAI all'utenza televisiva.

L'informazione RAI TELEVIDEO viene trasmessa in forma codificata su righe della cancellazione di quadro del segnale video, cioè righe non utilizzate per il segnale di immagine televisiva. Le pagine vengono trasmesse ciclicamente. La pagina selezionata dall'utente, mediante il telecomando opportunamente adattato, viene estratta dal segnale video, memorizzata dal decodificatore di utente e trasformata in immagine.

2.3.1 *Struttura della pagina*

Le pagine di RAI TELEVIDEO sono composte da 24 righe di 40 caratteri ciascuna, e vengono trasmesse ciclicamente una di seguito all'altra.

I caratteri, visualizzati con 8·8 pixel, sono alfanumerici o grafici ed il colore può essere variamente impiegato sia per il fondo che per i caratteri.

All'occorrenza le pagine possono essere suddivise in *sottopagine*. Queste sottopagine sono individuabili da due cifre lampeggianti che compaiono in alto a destra sullo schermo.

2.3.2 *Capacità informativa*

Lo sfruttamento delle notevoli capacità informative di questo nuovo servizio dipende dalla disponibilità del numero di righe dell'intervallo di cancellazione di quadro del segnale video, dal numero di pagine e dal tempo di attesa massimo stabilito.

Con una buona approssimazione si può dire che è possibile trasmettere due pagine al secondo per riga video della cancellazione di quadro. Ad esempio, utilizzando 8 righe video si possono trasmettere 300 pagine in circa 18 secondi, con un tempo medio di attesa di 9 secondi.

La capacità del servizio RAI TELEVIDEO è di 800 pagine con possibilità di ulteriore estensione tramite un numero molto elevato di sottopagine.

2.3.3 *Diffusione di RAI TELEVIDEO*

Il sistema Teletext adottato dalla RAI è il LIVELLO 1; in questo sistema ad ogni riga dati della cancellazione di quadro corrisponde una riga di testo sulla pagina visualizzata, di conseguenza esiste uno stretto legame tra il formato di trasmissione e quello di visualizzazione. Tale legame consente di semplificare la struttura del decodificatore e determina, in modo univoco, la velocità di trasmissione del segnale dati. Infatti, in campo internazionale si è adottato un formato di visualizzazione di 40 caratteri da otto bit per riga di testo, ai quali si aggiungono 5 caratteri di prefisso, di conseguenza ogni riga dati contiene 360 bit.

2.3.4 *Prospettive evolutive*

RAI TELEVIDEO è un servizio aperto a futuri sviluppi determinati dalla continua evoluzione tecnologica nel ricevitore televisivo e da un più completo sfruttamento della capacità trasmissiva consentita dal canale di diffusione.

Attualmente non tutte le sedici righe della cancellazione di quadro del segnale televisivo, potenzialmente disponibili, possono essere utilizzate a causa di problemi di incompatibilità riscontrabili su alcuni televisori in bianconero di vecchia costruzione.

Esiste la possibilità potenziale di aumentare, in modo determinante, la capacità trasmissiva utilizzando l'intero canale televisivo, ossia trasmettendo, al posto del segnale di immagine, il segnale Teletext; ciò consentirebbe di trasmettere oltre 15000 pagine con un tempo di attesa paragonabile al servizio attuale.

Per quanto riguarda le applicazioni future del servizio RAI TELEVIDEO, allo stato attuale dello sviluppo tecnologico, citiamo:

- il TELESOFTWARE, ossia la trasmissione via etere di programmi per personal e home computer;
- l'identificazione dei programmi e della rete televisiva per consentire il controllo automatico e remoto dei videoregistratori domestici;
- l'aggiunta di un commento, parlato o musicale, a determinate pagine di RAI TELEVIDEO. Questo consentirà di irradiare programmi didattici contemporaneamente a quelli televisivi.

Allo stato attuale, in tutti i paesi Europei, RAI TELEVIDEO si presenta come un servizio di massa per la diffusione di informazioni mediante testi scritti. Pertanto più che il miglioramento delle prestazioni grafiche, attuabile mediante il passaggio ai Livelli superiori, interessa il massimo sfruttamento delle possibilità informative del servizio con riduzione dei tempi di attesa.

3. Componenti del sistema TELESINT

3.1 Scheda ATD-PC2

La scheda ATD-PC2 è stata scelta in base:

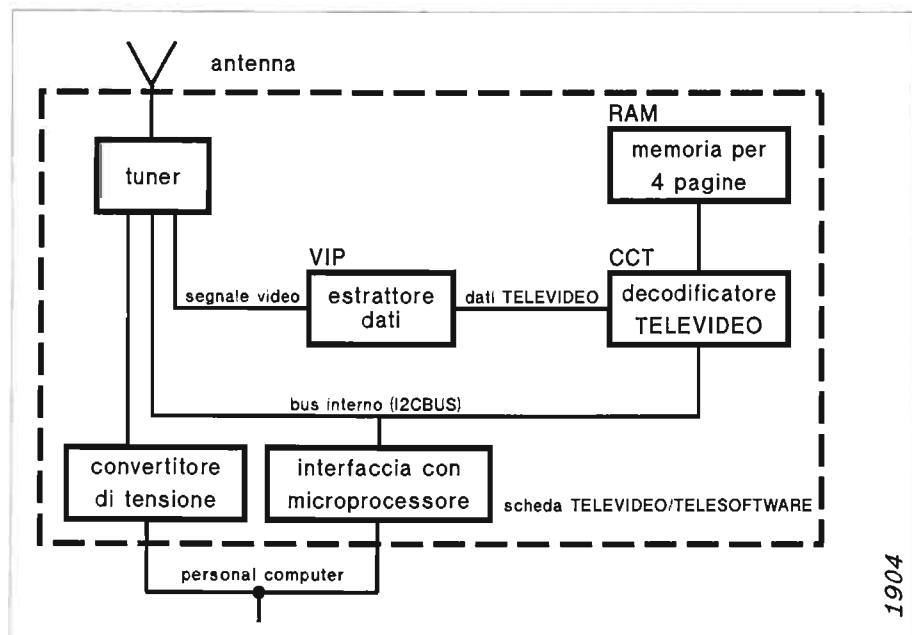



Fig. 1 — La scheda ATD-PC2, prodotta dalla Seleco S.p.A., è uno dei decodificatori Teletext presenti sul mercato (informazioni al proposito sono reperibili su RAI TELEVIDEO nella rubrica TELESOFTWARE). Essa permette di ricevere e decodificare il segnale Teletext direttamente dalla presa d'antenna.

— ad una collaborazione tra la RAI Radiotelevisione Italiana e la Seleco;
— alla realizzazione di una iniziativa de il quotidiano LA STAMPA che ha distribuito gratuitamente ai non vedenti una certa quantità di queste schede;
— alla presenza, nel software di gestione della scheda, di una libreria che permette di eseguire le principali funzioni disponibili.

La scheda suddetta è uno dei decodificatori presenti sul mercato Italiano. Il suo utilizzo permette di ricevere e decodificare un qualsiasi segnale Teletext.

Le sue funzioni principali sono:

— sintonizzazione dei vari programmi dal canale 13 al 69 attraverso un **tuner** a sintesi di frequenza;
— selezione automatica fino a sette linguaggi nazionali;
— richiesta contemporanea di quattro pagine Teletext.

3.2 SCHEDA DI SINTESI VOCALE

Quale scheda di sintesi vocale standard per il sistema TELESINT è stata utilizzata la scheda VOXPC prodotta dalla Olivetti. La scelta è motivata da:

— l'orientamento della scheda alla lingua Italiana (le altre schede normalmente sono orientate a quella anglosassone);
— la presenza, nel software di gestione della scheda, di una libreria che ne gestisce le funzioni principali;
— la sua diffusione tra i non vedenti.

Tuttavia tale scheda non appartiene alla configurazione base del sistema TELESINT, poiché l'applicazione del sistema impone la presenza di una scheda di sintesi vocale in grado di leggere testi scritti in codice ASCII, che è la funzione normalmente svolta da un qualsiasi sintetizzatore vocale.

4. Il sistema TELESINT

TELESINT è un sistema di facile utilizzazione che permette al non vedente di:

— leggere le pagine trasmesse da un sistema Teletext. Nel caso di RAI TELEVIDEO le pagine che sono direttamente fruibili all'utente, ovvero tutte le pagine scritte in chiaro; nel caso di Telesoftware le pagine che richiedono l'uso di un computer per essere interpretate, si tratta infatti di pagine di programmi per personal computer o dati criptati;
— leggere il quotidiano LA STAMPA ed il settimanale AVVENIMENTI, per i quali le singole redazioni trasmettono via Teletext il software di interpretazione ed il file di dati;
— archiviare le pagine lette per un successivo facile reperimento delle informazioni ricevute.

È stata posta molta cura nella scrittura del software poiché gli obiettivi che si sono voluti raggiungere sono stati quelli di adattabilità ai vari tipi di sintetizzatore vocale e semplicità d'uso.

I problemi che si sono dovuti affrontare sono stati:

— la conoscenza approfondita delle tecniche di trasmissione telematiche (sistemi Teletext) in quanto era prioritaria la definizione della tabella di corrispondenza fra i segnali trasmessi e codici di riconoscimento;
— la definizione dello spettro di casi che si possono presentare nella suddivisione in sottofinestre che contengono informazioni connesse logicamente in modo orizzontale. L'algoritmo di ricerca delle informazioni all'interno di una videata procede infatti in modo sequenziale con una scansione orizzontale che deve riconoscere le strutture di contorno alle informazioni (riquadri, linee di separazione, simboli iconografici, ecc.) ed eliminarle; contemporaneamente deve essere attivato il procedimento di estrazione dell'effettiva informazione, che deve provvedere ad organizzarla in un formato di correlazione logica-sequenziale;
— la creazione di un file ASCII che non deve contenere la codifica di caratteri utilizzati dal sintetizzatore come propri comandi.

In questo capitolo vengono descritte le metodologie utilizzate per la realizzazione del progetto.

Nel primo paragrafo viene descritto il modo in cui la pagina Teletext viene decodificata. Il termine decodifica, in questo caso, sta a significare la «traduzione» della pagina Teletext in un formato comprensibile al sintetizzatore vocale, che riconosce solo testi scritti in codice ASCII ed utilizza una serie di caratteri alfanumerici per il controllo delle sue funzioni.

Nel secondo e terzo paragrafo vengono descritte le interfacce realizzate per le schede telematica e vocale; il quarto paragrafo è dedicato al programma TELESINT.

4.1 DECODIFICA DELLA PAGINA RAI TELEVIDEO

La pagina Teletext in fase di edizione, è costruita utilizzando il codice di caratteri Teletext. Il sintetizzatore vocale è in grado di leggere un qualsiasi file scritto in codice ASCII, ma utilizza alcuni caratteri del codice come propri comandi; la pagina Teletext dovrà quindi essere «ripulita» da questi caratteri.

Un'attenta analisi delle regole di costruzione delle pagine di Televideo ha portato alla definizione dei punti che seguono.

4.1.1 *Tecniche di costruzione della pagina RAI TELEVIDEO*

Le pagine di RAI TELEVIDEO sono formate da 24·40 caratteri; tutti i 40 caratteri sono di testo e le righe sono tutte utilizzabili tranne la prima che è sempre riservata alle stesse informazioni.

Nelle pagine di RAI TELEVIDEO i caratteri sono rappresentati da un byte nel quale il bit più significativo è utilizzato per il controllo della parità. Il carattere ricevuto viene interpretato ponendo a zero il bit di parità e utilizzando la tabella dei caratteri Teletext.

I caratteri di controllo di ogni riga vengono azzerati in quella successiva. Nel caso in cui il primo carattere della riga indichi la doppia altezza (che rappresenta il massimo fattore di scala) la riga successiva non inizierà con un carattere grafico, ma sarà implicito il tipo dei caratteri che dovranno essere letti.

Nella prima riga di ogni pagina, la riga 0, sono contenute delle informazioni che devono sempre essere lette.

Un esempio di riga 0 è il seguente:

100 TELEVIDEO Mar 15 Ott. 12:12:12

Le informazioni contenute in questa riga sono: la pagina è la 100 di RAI TELEVIDEO di martedì 15 ottobre ore 12:12:12.

L'indicatore di sottopagina si trova in alto a destra ed è identificato da un numero, compreso tra 1 e 99 che indica la sottopagina corrente, seguito da "/" più un numero, compreso tra 1 e 99, che indica il numero totale di sottopagine che formano il fascicolo.

bit di identificazione				b7 →	0	0	0		0		1	1	1		1	
				b6 →	0	0	1		1		0	0	1		1	
				b5 →	0	1	0		1		0	1	0		1	
b4	b3	b2	b1	colonne / righe	0	1	2	2a	3	3a	4	5	6	6a	7	7a
0	0	0	0	0			SP		0		é	P	ù		p	
0	0	0	1	1	α ROSSO	γ ROSSO	!		1		A	Q	a		q	
0	0	1	0	2	α VERDE	γ VERDE	"		2		B	R	b		r	
0	0	1	1	3	α GIALLO	γ GIALLO	£		3		C	S	c		s	
0	1	0	0	4	α BLU	γ BLU	$		4		D	T	d		t	
0	1	0	1	5	α MAGENTA	γ MAGENTA	%		5		E	U	e		u	
0	1	1	0	6	α CIANO	γ CIANO	&		6		F	V	f		v	
0	1	1	1	7	α BIANCO	γ BIANCO	'		7		G	W	g		w	
1	0	0	0	8	lampeggiante	blocco visualizzazione	(		8		H	X	h		x	
1	0	0	1	9	fisso	γ contiguo	)		9		I	Y	i		y	
1	0	1	0	10	fine intarsio	γ separato	*		:		J	Z	j		z	
1	0	1	1	11	inizio intarsio		+		;		K	°	k		à	
1	1	0	0	12	altezza normale	fondo nero	,		<		L	ç	l		ò	
1	1	0	1	13	altezza doppia	nuovo fondo	–		=		M	→	m		è	
1	1	1	0	14		γ con ripetizione	.		>		N	↑	n		ì	
1	1	1	1	15		γ senza ripetizione	/		?		O	#	o		■	

Fig. 2 — La figura illustra i caratteri del sistema Teletext di livello 1. Si individuano 96 caratteri alfanumerici, 64 caratteri grafici e 32 caratteri di controllo. I caratteri alfanumerici sono quelli dell'alfabeto internazionale n. 5 normalizzato dal CCITT e comprendono le lettere maiuscole, le minuscole, le 10 cifre decimali, i segni di interpunzione ed alcuni simboli grafici. Quattordici caratteri sono riservati per le esigenze dei diversi alfabeti nazionali.

I caratteri grafici sono preceduti e seguiti da un carattere di controllo.
Normalmente il titolo di una pagina è preceduto o seguito da una riga vuota.
Le pagine scritte in forma tabellare hanno la colonna 20 formata da soli spazi.
Le pagine di Telesoftware invece, si possono ricevere solo come interi fascicoli (insiemi di due o più pagine). I 40 caratteri di ogni riga non sono tutti di testo come per RAI TELEVIDEO, perché gli ultimi due sono di controllo. Le prime due righe (la riga 0 e la riga 1) non sono di testo perché usate dal sistema per la memorizzazione di informazioni. La riga 0 ha la stessa struttura della riga 0 di pagine RAI TELEVIDEO, la riga 1 contiene informazioni sul tipo file contenuto nella pagina e sul numero di sottopagina che si sta leggendo.

4.1.2 *Casistica delle pagine RAI TELEVIDEO*

È possibile individuare un insieme di pagine le cui informazioni sono interpretabili leggendo ogni riga con una pausa finale che simuli l'enfasi di un punto. Appartengono a questo insieme tutte le pagine di sommario, nelle quali ogni riga contiene un numero di pagina seguito dall'argomento trattato nella pagina stessa.
Le pagine possono essere scritte in forma tabellare, in questo caso le informazioni saranno connesse logicamente in modo orizzontale dividendo la pagina in due colonne. La lettura avviene leggendo prima la colonna di sinistra poi quella di destra.
Pagine come quelle relative alla Borsa ed agli orari ferroviari, contengono abbreviazioni che devono essere espanse al fine di essere intelligibili.
La pagina indice, che attualmente è trasmessa alla pagina 799, è molto importante perché mette in relazione il numero di pagina con l'argomento trattato nella pagina stessa. La creazione di un archivio contenente tali informazioni è quindi indispensabile per un facile e veloce reperimento della pagina di interesse. La ricezione della pagina indice può quindi avvenire in due casi: o su richiesta dell'utente o per costruzione dell'archivio suddetto. È una pagina costruita in forma tabellare quindi dovrà essere interpretata leggendo orizzontalmente prima la colonna di sinistra poi quella di destra.

4.1.3 *Traduzione della pagina RAI TELEVIDEO*

Per le pagine di Telesoftware non viene fatta nessuna interpretazione dei caratteri poiché le pagine di Telesoftware possono contenere:

— software che deve solo essere eseguito e non letto;
— dati criptati, ovvero dati che devono essere decodificati da pacchetti software dedicati;
— file di input per software dedicati. Attualmente il quotidiano LA STAMPA ed il settimanale AVVENIMENTI utilizzano questo supporto telematico per la divulgazione del proprio giornale.

In base allo studio condotto sulla composizione della pagina RAI TELEVIDEO, si sono fatte delle scelte e si è costruita la parte di traduzione della pagina ricevuta.
Le fasi impiegate nella «traduzione» della pagina RAI TELEVIDEO in un file in formato ASCII riconoscibile da un sintetizzatore vocale sono le seguenti:

Fase a) si analizza il modo in cui sono strutturate le informazioni all'interno della pagina. Utilizzando le informazioni raccolte nel sottoparagrafo 3.1.2, si stabilisce se la pagina è una «tabella» oppure è una pagina «normale» e si separano i due casi.

Fase b) pagina «normale»: in questo caso si prosegue nella traduzione interpretando prima la riga di intestazione (Fase d) e poi il resto delle righe che compongono la pagina (Fase e).

Fase c) pagina «tabella»: in questo caso si esegue un'ulteriore distinzione per verificare la richiesta di pagina indice. Questa infatti può essere richiesta o per semplice consultazione o per costruzione dell'archivio, (che verrà chiamato INDICE). Nel caso di costruzione di INDICE le sottopagine che compongono il fascicolo 799 dovranno essere tradotte senza essere lette, ed il risultato della traduzione rappresenterà l'input per la procedura che si occupa della generazione dell'archivio INDICE (Fase f). Altrimenti se la richiesta è di lettura di una pagina «tabella», viene prima tradotta l'intestazione (Fase d) e poi le righe successive (Fase e). Il risultato così ottenuto viene ulteriormente elaborato per consentire un'interpretazione corretta della pagina. A tale scopo è stata realizzata una procedura che interpreta il formato tabellare della pagina restituendo in un file la pagina pronta per essere letta. Tale procedura legge le righe della pagina già tradotta nel seguente modo: a partire dalla riga che segue l'intestazione fino ad un totale di venti stringhe lette, analizza carattere per carattere e, con l'ausilio di due file di appoggio, suddivide il file ASCII in due parti. In uno dei due file di appoggio vengono caricati i primi diciannove caratteri incontrati, i restanti vengono caricati sull'altro file. Successivamente i due file di appoggio vengono ricopiati sul file da inviare al sintetizzatore in modo sequenziale, prima quello contenente i primi diciannove caratteri delle righe poi il secondo file, ed il risultato sarà un unico file contenente le informazioni della pagina RAI TELEVIDEO.

Fase d) in questa pagina viene letta solo la riga di intestazione, riga 0, della pagina ricevuta. Nella riga vengono aggiunte parole e segni di punteggiatura, e vengono espanse o modificate abbreviazioni riguardanti il giorno della settimana ed il mese, al fine di rendere il significato della riga più comprensibile e la lettura più piacevole. I caratteri incontrati che non appartengono al vocabolario del sintetizzatore vengono sempre sostituiti con degli spazi.

Fase e) fase di interpretazione del contenuto della pagina. La procedura che si occupa della sua realizzazione riceve, quali dati di ingresso, un file nel quale sono stati caricati tutti i caratteri ricevuti della pagina richiesta escludendo i primi 40 caratteri che appartengono alla riga 0 già analizzata. La pagina RAI TELEVIDEO viene quindi letta riga per riga ed interpretata seguendo le regole di scrittura descritte in precedenza:

— sequenze di spazi e di punti vengono eliminate per evitare pause prolungate in fase di lettura;
— i caratteri grafici vengono eliminati;
— le righe vuote, quando necessario, vengono sostituite con un carattere che simuli l'enfasi di un punto;
— le lettere maiuscole, che possono essere interpretate come sigle, vengono trasformate in minuscole;
— le lettere accentate, che non rientrano nell'intervallo dei caratteri interpretati dal sintetizzatore vengono sostituite, così da essere lette correttamente;
— segni di punteggiatura vengono introdotti per migliorare l'enfasi di lettura della pagina.

Questo algoritmo permette quindi l'estrazione dell'informazione contenuta nella pagina analizzata, e produce un file ASCII che può essere letto dal sintetizzatore vocale.

Fase f) l'archivio INDICE è realizzato come file ad accesso diretto con chiave costruita sul numero di pagina. Il file è formato da 800 record, uno per ogni pagina, di tre campi ognuno, uno per il numero di pagina, uno per l'argomento e l'ultimo per il numero totale di sottopagine ricevute per quella pagina (questo dato viene poi utilizzato in una procedura per migliorare la velocità di ricezione di un fascicolo).
Come già detto in precedenza, la pagina indice ricopre un ruolo molto importante all'interno del programma, ad essa si fa riferimento tutte le volte che si ha bisogno di informazioni sul contenuto della pagina. Inoltre, il particolare utente al quale il programma si rivolge, necessita di uno strumento che gli permetta di ridurre al massimo i tempi di attesa delle informazioni. Ad esempio, il vedente, visualizzando una pagina, è in grado di stabilire, in pochi secondi, se la pagina è quella desiderata; d'altra parte non tutte le pagine di RAI TELEVIDEO posseggono un titolo, quindi il non vedente prima di accorgersi che la pagina non è quella voluta deve attendere i tempi di ricezione, traduzione e lettura. Consultando l'INDICE, potranno essere evitate ricezioni inutili.
Naturalmente l'INDICE dovrà sempre essere aggiornato. A tale scopo è prevista la possibilità da parte dell'utente di accedere ai record dell'archivio e modificarli, oppure di chiedere la ricostruzione dell'INDICE (per esempio nel caso di incongurenze tra i dati contenuti nella pagina ed il titolo della stessa).
Nel caso di richiesta di ricezione di un fascicolo, questo viene completamente ricevuto, e viene tradotta e letta la sottopagina 1. Le altre sottopagine sono selezionabili ciclicamente.

4.2 INTERFACCIA PER SCHEDA TELEMATICA

Il decodificatore Teletext ATD-PC2 è corredato di una libreria di comandi che svolgono le funzioni necessarie alla ricezione di una pagina Teletext.
La procedura che gestisce la richiesta di una pagina Teletext agisce nel seguente modo:

a) viene selezionato il canale di ricezione scelto dall'utente. La sintonizzazione è gestita dal software della scheda senza effettuare controlli. TELESINT controlla la presenza di un segnale Teletext sul canale sintonizzato quindi, se il segnale esiste, ne legge l'identificativo per stabilire se il servizio è RAI TELEVIDEO o un altro;
b) a questo punto è possibile lanciare la procedura di ricezione di una pagina. Tale procedura possiede un orologio interno che, in caso di mancata ricezione della pagina richiesta, non permette al sistema di entrare in stallo. Il valore di questo «time out» rappresenta il tempo massimo di attesa di una pagina. La procedura originale è stata modificata al fine di ottenere maggiori controlli sulla ricezione delle pagine. A seconda dei casi e delle necessità è stato modificato il valore del «time out» suddetto. Per controllare la ricezione delle sottopagine è stata inserita una parte di codice che restituisce il numero della pagina o sottopagina che è stata ricevuta correttamente.
La procedura utilizzata per la ricezione della pagina memorizza in un file informazioni che vengono utilizzate per controllare la correttezza della ricezione.
Nel caso di pagina Telesoftware non vengono fatti particolari controlli; la richiesta di pagina segue un percorso diverso dalla pagina RAI TELEVIDEO ed utilizza funzioni diverse, questo perché i dati sono trasmessi con un protocollo diverso dalle pagine RAI TELEVIDEO. Anche in questo caso sono state apportate delle modifiche alle procedure che gestiscono la ricezione di un fascicolo di Telesoftware, al fine di migliorare il controllo sulla ricezione della pagina.

4.3 INTERFACCIA PER SINTETIZZATORE VOCALE

Il programma può essere utilizzato con un qualsiasi sintetizzatore vocale, tuttavia la presenza nella configurazione del sistema usato della scheda di sintesi vocale VOXPC, consente l'utilizzazione di una serie di comandi previsti dalla libreria VOXPC che gestisce le funzioni principali della scheda.
Messaggi riguardanti i dati introdotti e le fasi di elaborazione del programma, vengono inviati sullo schermo per mantenere un colloquio interattivo con l'utente. Lo stesso percorso è seguito per tutte le pagine richieste: la pagina una volta tradotta, viene inviata sullo schermo consentendone la lettura ad un qualsiasi utente.
Un normale sintetizzatore prevede la lettura da tastiera, quella da video o da entrambi i supporti, quindi in assenza di VOXPC il funzionamento del programma non è compromesso.
Nel caso di VOXPC la lettura della pagina e dei messaggi è comandata da TELESINT, negli altri casi dovrà essere l'utente a selezionare il modo di lettura da video. L'interfaccia tra la libreria del sintetizzatore e TELESINT è stata realizzata con due procedure che, richiamando le funzioni di libreria, realizzano la lettura di una frase o di un intero file di caratteri.

4.4 ANALISI DI TELESINT

Il software che realizza TELESINT è stato scritto in linguaggio "C" Microsoft 5.1.
Le informazioni gestite dal programma vengono organizzate in sottodirettori appartenenti ad una root principale:

TLV.RAI

I tre sottodirettori contengono le seguenti informazioni:

— **PROV** le pagine ricevute nella sessione di lavoro (alla

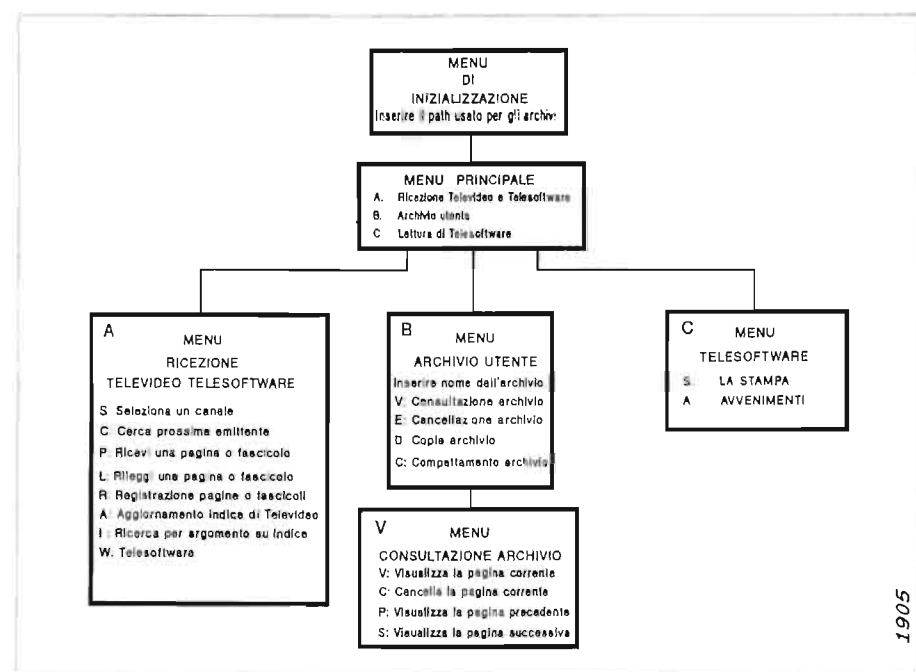



Fig. 3 — La figura è la rappresentazione a blocchi dei menu del software TELESINT, così come compaiono all'utente. Lo schema ad albero evidenzia il susseguirsi dei menu nel programma. Nella figura sono inoltre riportate tutte le funzioni realizzate dal software.

fine della sessione tutte le pagine ricevute e non memorizzate vengono cancellate);
— **PAGIND** l'archivio INDICE di RAI TELEVIDEO e tutti gli archivi creati dall'utente;
— **TELS** le pagine di Telesoftware ricevute nella sessione di lavoro e gli archivi delle stesse.

L'utente, guidato da una serie di menu, è in grado di conoscere in ogni momento l'ambiente di lavoro in cui si trova. Ogni menu viene letto ad ogni visualizzazione ed offre una serie di opzioni standard che permettono di:

— ESC interrompe la lettura in qualsiasi momento;
— F2 legge la data corrente;
— F3 rilegge il menu corrente;
— F4 esegue comandi DOS senza uscire dal programma;

Fig. 4 — Nella figura è rappresentata la struttura modulare utilizzata per la gestione delle informazioni ricevute e registrate durante la sessione di lavoro.

— F5 esce dal programma;
— F10 torna al menu precedente.

Tutti i menu sono stati realizzati secondo criteri di semplicità e chiarezza.

I menu disponibili sono cinque, nel seguito verranno analizzati insieme alle scelte fatte per risolvere i principali problemi incontrati nella realizzazione delle varie operazioni.

MENU 1 è il menu di inizializzazione nel quale l'utente sceglie il percorso di esecuzione della sessione di lavoro. Tale percorso dovrà contenere il direttorio completo TLV.RAI, in caso contrario il direttorio viene automaticamente creato nel percorso scelto dall'utente.

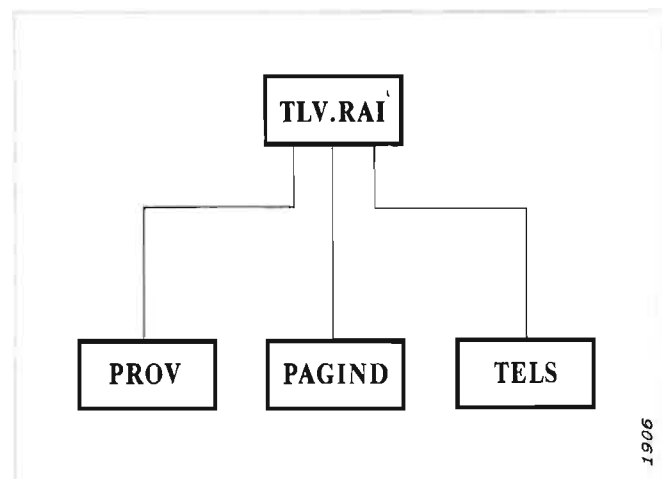
MENU 2 è il menu principale nel quale l'utente decide se ricevere pagine di Teletext oppure leggere dati già ricevuti.

MENU 3 è il menu di ricezione Televideo-Telesoftware nel quel vengono fatte le scelte di ricezione e gestiti i dati già ricevuti.

Poiché tutte le operazioni previste in questo menu sono funzione del canale di sintonizzazione, se questa scelta non viene effettuata come prima operazione, il programma non permette la continuazione delle scelte. Nel seguito verranno elencate le principali funzioni gestite in questo menu.

La funzione di ricerca di una emittente che trasmette un segnale Teletext, avviene a partire dal canale su cui si è sintonizzati e prosegue ciclicamente tra i canali 13 e 69.

La richiesta di pagina singola avviene richiamando la funzione di libreria della scheda ATD-PC2, che restituisce in un file ASCII i 960 byte ricevuti oppure un file vuoto se la ricezione non è andata a buon fine.

Per la ricezione dei fascicoli i tempi di attesa sono stati ottimizzati sfruttando l'informazione, ottenuta dalla prima sottopagina ricevuta, sul numero totale di sottopagine che compongono il fascicolo.

La lettura dei fascicoli avviene ciclicamente spostandosi all'interno del fascicolo.

L'aggiornamento dell'archivio INDICE, contenente l'indice di RAI TELEVIDEO, può avvenire su richiesta dell'utente che si accorge di incongruenze tra l'argomento assegnato alla pagina ed il suo contenuto, oppure quando la pagina ricevuta non è definita nell'INDICE stesso.

La ricerca nell'INDICE è gestita con stringhe di lunghezza minima di un carattere e massima di 20.

MENU 4 è il menu archivio utente che contiene le procedure di gestione degli archivi creati dall'utente.

La memorizzazione delle pagine di RAI TELEVIDEO è gestita con file sequenziali con record di 964 byte (960 per i caratteri che compongono la pagina e quattro per il numero di pagina).

La memorizzazione dell'archivio può avvenire nel percorso desiderato dall'utente.

È previsto il compattamento degli archivi su richiesta dell'utente quando si presentano problemi di spazio.

Gli archivi infine possono essere cancellati, copiati, compattati; i loro record sono accessibili in visualizzazione e cancellazione.

MENU 5 è il menu di telesoftware che contiene le procedure di gestione delle pagine di telesoftware trasmesse dal quotidiano LA STAMPA e dal settimanale AVVENIMENTI.

Per la lettura di questi file esistono dei pacchetti software dedicati, forniti dalla redazione dei giornali stessi, che sono stati integrati a TELESINT.

5. Hardware del sistema e risultati ottenuti

La configurazione minima necessaria al funzionamento di TELESINT è la seguente:

— scheda telematica ATD-PC2 prodotta dalla Seleco;
— scheda per la sintesi vocale;
— PC del tipo 8086, AX286 o modelli superiori con sistema operativo MS-DOS 3.0 e release superiori;
— tastiera consigliata New Industry Standard 102 in versione italiana (12 tasti funzionali);
— software TELESINT (scritto in linguaggio "C" Microsoft rel. 5.1).

Nel seguito vengono analizzati i risultati ottenuti applicando TELESINT alla configurazione presente presso il *Centro Ricerche* RAI di Torino.

TELESINT funziona anche senza la presenza di una scheda per la sintesi vocale, quindi si rivolge a tutti gli utenti che desiderano conoscere il sistema Teletext.

Le prove sono state realizzate utilizzando un calcolatore PC-M290 Olivetti con processore 80286; la scheda grafica non è stata utilizzata in quanto non necessaria per il funzionamento del programma.

Quale scheda telematica è stata utilizzata l'ultimo modello distribuito dalla Seleco S.p.A. di Pordenone, la scheda ATD-PC2 corredata del software per la gestione delle sue funzioni.

Come scheda di sintesi vocale quella che permetteva di sfruttare al massimo le potenzialità del programma, ovvero la scheda VOXPC Olivetti.

Si è stabilita una casistica sulla quale si sono effettuate numerose prove ottenendo i seguenti risultati:

— la lettura delle pagine risulta chiara e comprensibile grazie all'opportuno inserimento di caratteri di punteggiatura che modificano l'enfasi di lettura del testo;
— i tempi di attesa sono in alcuni casi ridotti rispetto a quelli reali: ad esempio il fascicolo ricevuto resta disponibile per tutta la sessione di lavoro, può quindi essere riletto in qualsiasi momento senza essere nuovamente ricevuto, come invece accade ricevendo la pagina attraverso il televisore;
— la possibilità di archiviare le informazioni ha innumerevoli vantaggi per il videoleso che può rileggere a distanza di tempo informazioni di vario genere: in questo modo viene offerta la possibilità di collezionare appunti sull'andamento della Borsa, del campionato di calcio, registrare informazioni di economia, politica, musica, ecc.;
— si sono ottenuti risultati soddisfacenti effettuando numerose prove sul servizio RAI TELEVIDEO trasmesso sul terzo canale nazionale. Il servizio in oggetto segue una fase sperimentale nella quale vengono trasmesse informazioni a livello regionale;
— altre prove di ricezione e lettura di pagine trasmesse da servizi Teletext, sono state effettuate su emittenti private nazionali. In questi casi, non essendo a conoscenza delle regole di costruzione delle pagine di Teletext, si sono riscontrati errori nella lettura delle pagine;
— anomalie in fase di lettura sono state riscontrate anche per le pagine di RAI TELEVIDEO: le cause sono da attribuirsi ad errori di trasmissione, errori di scrittura in fase di edizione, oppure ad un errato utilizzo del protocollo di scrittura delle pagine RAI TELEVIDEO.

6. Conclusioni

Il programma funziona con qualsiasi sintetizzatore vocale, tuttavia potrebbe essere ampliato aggiungendo interfaccie con altre schede vocali corredate di software di gestione.

La lettura con scheda VOXPC è disponibile sia in lingua inglese che italiana, ma non è attivata da TELESINT.

Per quanto riguarda la scheda telematica, le limitazioni sono imposte dall'uso della scheda ATD-PC2 della Seleco che attualmente è la più diffusa. Sul mercato italiano è presente un'altro decodificatore Teletext adatto alla ricezione di RAI TELEVIDEO, è prodotto dalla Colby, ma è sprovvisto di libreria che ne gestisce le principali funzioni.

I tempi di attesa tra la richiesta di pagina e la lettura sono fortemente legati al sistema di trasmissione Teletext utilizzato, quindi non possono essere migliorati via software esterno.

Il programma è abilitato alla ricezione di segnali Teletext trasmessi su canali differenti da quelli RAI, tuttavia per questi servizi Teletext il programma non esegue gli stessi controlli realizzati per RAI TELEVIDEO. Potrebbero quindi essere aggiunte routine di traduzione della pagina, dedicate al particolare servizio Teletext.

Per i servizi Telesoftware si potrebbe integrare a TELESINT il software dedicato alla lettura di particolari file di dati trasmessi via Teletext (come è stato fatto per i

file trasmessi da LA STAMPA e AVVENIMENTI).

Si potrebbero utilizzare TELESINT e RAI TELEVIDEO per scopi didattici o culturali, ad esempio trasmettendo via Telesoftware interi libri facendoli leggere ed archiviare da TELESINT.

Infine si potrebbe pensare di realizzare in firmware l'intero package al fine di ottenere un dispositivo che non richieda l'uso di un PC.

7. Ringraziamenti

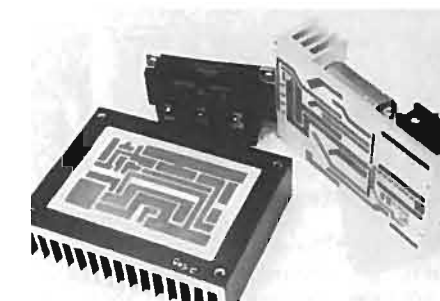
Si ringrazia il dott. Luigi Baracco del Centro Ricerche RAI di Torino, per l'indispensabile collaborazione nella realizzazione del progetto, l'ing. Marco Giordana ed il p.i. Mauro Rossini per l'impeccabile supporto tecnico.

Si desidera infine ringraziare la RAI per la trasmissione UNO MATTINA del 30 gennaio 1992 che, a questo argomento, ha dedicato un suo servizio e il Direttore del *Centro Ricerche* RAI, ing. Gianfranco Barbieri che, nell'intervista prevista nel succitato servizio, ha compiutamente esposto il lavoro svolto da me e dal *Centro Ricerche* RAI in favore dei non vedenti. (4005)

BIBLIOGRAFIA

1. - *A Guide to Teletext in Europe*, «European Broadcasting Union», Aprile 1991.
2. - *TELEVIDEO la Telematica in ogni casa*, «RAI Radiotelevisione Italiana», Maggio 1987.
3. - *Notizie tecniche - numero dedicato al Servizio RAI TELEVIDEO*, «RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA - CENTRO RICERCHE», Settembre 1984.
4. - P. D'Amato: *I servizi telematici offerti dal Televideo*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1991.
5. - P. D'Amato, M. Poletto, C. Vayr: *Sistema di diffusione Telesoftware: caratteristiche di un nuovo protocollo*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 2, 1991.
6. - *7 bit coded character set for information processing interchange*, «ISO/646».
7. - *Code extension techniques for use with the 7 bit coded character set of ISO/646. ISO/2022.*
8. - W. W. Oeterson: *Error Correcting Codes. John Wiley & Sons*, New York, Inc. 1961.
9. - M. Cominetti, P. D'Amato, G. Zetti: *Il Teletext: nuovo servizio di diffusione di informazioni all'utente televisivo*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 1, 1978.
10. - M. Cominetti, P. D'Amato, M. Stroppiana: *Teletext: considerazioni teoriche sulla scelta del tipo di codifica e della velocità di trasmissione*, «Elettronica e Telecomunicazioni», n. 4, 1978.
11. - R. J. Klinger: *Main characteristics of the different broadcast Teletext systems*, «11° Symposium International et Exposition Technique de Télévision», Montreux 27 maggio - 1° giugno 1979.

NOTIZIARIO

Da comunicazioni pervenute alla Redazione

UN HARD DISK DRIVE DA 1,24 GB 3,5" — Maxtor Corporation (I prodotti Maxtor sono distribuiti in Italia da Telcom srl, Milano) ha presentato il disk drive di tipo Winchester da 3,5" con le più elevate prestazioni e la più alta capacità fra quelli commercialmente disponibili. MXT-1240 nella versione SCSI-2 e AT, con una capacità formattata di 1,24 GB e un tempo medio di ricerca (seek time) di 8,5 ms permette ai produttori di sistemi per l'elaborazione dei dati di ottenere delle prestazioni del 30% superiori rispetto a quelle conseguibili con altri drive nel fattore di forma di 3,5".

Poiché MXT-1240 rappresenta la soluzione dalle prestazioni più elevate e dalla più alta capacità disponibile, è facile prevedere che diventerà il drive utilizzato dai progettisti di sistema che stanno pensando alle stazioni di lavoro delle prossime generazioni.

Tra le caratteristiche di MXT-1240 vi è un innovativo canale Read/Write che permette di effettuare il trasferimento di dati a velocità che possono raggiungere i 44 Mb, la più elevata velocità riscontrabile tra prodotti analoghi. Questa altissima frequenza di trasferimento è ottenuta grazie all'utilizzo, per la prima volta, di una velocità di rotazione del disco di 6300 giri al minuto (RPM) che permette inoltre di ottenere una latenza rotazionale media di soli 4,76 ms, la più bassa di quella di ogni altro disk drive commercialmente disponibile.

L'utilizzazione di un particolare attuatore, assolutamente innovativo, riduce la massa complessiva e permette di ottenere il tempo di ricerca (seek time) medio più basso di qualunque altro hard disk drive.

Il tempo medio fra i guasti (MTBF) di MXT-1240 è di 300 mila ore, uno dei migliori fra i prodotti attualmente disponibili. Il drive utilizza un livello di integrazione di dispositivi a semiconduttore più alto di altri attuali prodotti Maxtor. Ciò permette di ridurre il numero dei componenti del drive e garantisce una migliore affidabilità per MXT-1240. L'interfaccia SCSI-2 supporta una velocità di trasferimento di 10 MB al secondo e prestazioni come la gestione di code di comandi, letture anticipate e di buffering di comandi di scrittura sequenziali.

Un controllore integrato SCSI-2 veloce aumenta le prestazioni complessive di sistema in un ambiente multi-drive e un data buffer segmentato da 256 KB con algoritmi di caching, permette di garantire elevate prestazioni nelle applicazioni più disparate.

Il nuovo drive è basato su uno schema di progettazione «evolutivo» comune all'architettura della famiglia di drive Maxtor.

MXT-1240 è particolarmente adatto per molti settori applicativi fra cui le stazioni desktop, i file server, i minicomputer, i supercomputer, i mainframe e i PC di fascia alta.

(4011)

NUOVA TECNOLOGIA DEI SUBSTRATI PER MODULI IBRIDI DI POTENZA — Un processo di produzione sviluppato dalla società Compact PowerCircuits a.s. (C.PC) in Norvegia consente di depositare mediante rivestimento termico i substrati di potenza ibrida direttamente nelle alette di raffreddamento o in altre parti strutturali degli apparecchi. Fra i maggiori meriti si citano la libertà di design, la miniaturizzazione e l'elevato livello di integrazione delle componenti elettroniche di potenza.

I substrati per montaggio ibrido sono componenti vitali nella produzione automatizzata di moduli elettrici-elettronici per la conversione di corrente impiegati in veicoli elettrici, gru e montacarichi, grandi computer, sistemi di telecomunicazione, un gamma di unità militari, robot industriali o qualsiasi altra applicazione con elevata dissipazione di potenza.

Nel processo della C.PC, viene applicato un isolamento multistrato ceramico dello spessore di 0,3 mm direttamente sulla superficie di metallo, ad esempio di un'aletta di raffreddamento. I conduttori di rame vengono quindi applicati nello schema e nello spessore richiesti sulla ceramica per mezzo di un rivestimento termico attraverso una mascherina.

Il montaggio di transistori, di diodi e di componenti passivi segue le normali procedure di assemblaggio ibrido.

Le proprietà dielettriche e termiche del substrato sono paragonabili a quelle dei substrati Direct Copper Bonded (DCB). Grazie alla natura dei rivestimenti spruzzati termicamente, i substrati C.CP presentano una struttura più elastica e mancano perciò delle restrizioni dell'area di substrato proprie dei DCB dovute agli effetti delle espansioni termiche.

Il lavoro di sviluppo sta per essere completato e l'inizio della produzione è stato programmato per gli inizi del 1993.

(4007)

POWERSCOPE BMI — Il PowerScope modello 8800 BMI, commercializzato dall'Elettronucleonica di Milano, costituisce un completo sistema di analisi disturbi, sia per correnti che tensioni, di adeguata portatilità e robustezza anche per uso in campo.

Dispone, in particolare, di quattro canali d'ingresso per tensioni AC/DC e quattro canali per correnti AC (con Smart-Probes per accuratezza di rilevazione); nonché di sei canali ausiliari per misure, con sonde esterne, di temperatura/umidità relativa, radio frequenza indotta, e uscita allarmi.

Operante con 4 MHz di Sampling Rate (per una risoluzione oltre il doppio di altri monitor), con stampante grafica e diskette drive, 3 1/2", incorporati, esegue Total Harmonic Analysis sino alla 33ª armonica ed è in grado rilevare sino a 6000 V (picco) e 3000 A (rms) su segnali di rete, per range frequenza 45 Hz - 450 Hz.

Altri elementi d'interesse: una porta RS-232 consente connessione multipla di più PowerScopes, un modem opzionale interno comunicazione/controllo a distanza; mentre un UPS incorporato procura, per 15 minuti, backup power. Quanto rilevato, oltre alla registrazione ad intervalli regolari (1, 3, 6, 12, 24 ore) su carta, è visualizzato in tempo reale sul display a LED ed ogniqualvolta si venga ad avere un disturbo su un canale in tensione si ha un'automatica acquisizione sul canale in corrente dell'anomala forma d'onda.

(4006)

EASYGRAF GOULD — Commercializzato dall'Elettronucleonica di Milano, combina un thermal array recorder a due — o con opzione — quattro canali, alla serie 6600, plug-in Signal Conditioners della casa americana.

Robusto, compatto (10 kg, dim. 19,4 × 38,1 × 38,1 mm nella versione base) e dotabile di batteria per uso in campo, ha chart-speeds da 0,01 mm/s a 100 mm/s, 500 Hz di risposta in frequenza, ed utilizza una testina termica da 104 mm, con risoluzione 8 punti/mm lungo asse Y, per registrazioni tracce, pure sovrapponibili, in tempo reale.

Il costo contenuto rispetto alle prestazioni, l'agevole impiego anche da operatore «non addestrato», la flessibilità applicativa resa possibile fra l'altro dall'estesa gamma di cassetti di eventuale dotazione, ivi inclusi convertitori frequenza/tensione, amplificatori per termocoppie e segnali bioelettrici fanno dell'apparecchio una soluzione di rilevante interesse tanto nel settore industriale-impiantistico (messa a punto, assistenza, collaudo) quanto in quello del controllo qualità (sviluppo nuovi prodotti) e della ricerca (biomedicina).

(3973)

PROCESSORE AUDIO IN TECNOLOGIA BiCMOS — SGS-THOMSON Microelectronics (viale Milanofiori, Strada 4/pal. A4, Assago - MI) ha prodotto un nuovo audio processore integrato utilizzando la tecnologia BiCMOS; ciò ha dato la possibilità di ottenere una miglior risoluzione nei controlli di volume e di tonalità, rispetto a componenti analoghi presenti sul mercato. Il dispositivo è stato inoltre realizzato in maniera tale da non presentare alcun rumore udibile di commutazione quando si passi da un livello di volume ad un altro.

Il dispositivo, denominato TDA7318, è stato progettato per applicazioni come quelle relative all'implementazione di autoradio, sistemi Hi-Fi e televisori, nell'ambito delle quali è in grado di realizzare funzioni come la selezione della sorgente del suono, il controllo del volume, il bilanciamento, il fader (bilanciamento fronte-retro), il controllo dei toni alti e bassi; tutte queste funzioni sono gestite tramite un bus seriale. Questo componente dispone di quattro ingressi e quattro uscite stereo per un'installazione a quattro altoparlanti; nel corso dell'anno verranno offerte ulteriori configurazioni.

Così come gli altri processori audio integrati della serie TDA73XX, anche TDA7318 permette di realizzare notevoli economie rispetto alla implementazione tradizionale basata su interruttori e potenziometri.
Inoltre il nuovo componente BiCMOS richiede un numero molto ridotto di componenti esterni e può commutare tra livelli adiacenti di volume distanti l'uno dall'altro solo 1,25 dB (altri componenti hanno 2 dB di differenza); dà la possibilità di controllare la tonalità in «gradini» di 2 dB (rispetto ai 2,5 dB di altri dispositivi) ha migliori caratteristiche di reiezione della tensione di alimentazione e un guadagno di ingresso programmabile.

Per semplificare lo sviluppo di applicazioni, SGS-THOMSON è in grado di fornire un apposito software di progettazione per PC IBM che dà la possibilità di controllare in maniera interattiva le funzioni del processore audio.

(3977)

MISURATORE STANDARD DI POTENZA OTTICA — La necessità espressa dal mercato della strumentazione ad alte prestazioni per misure ottiche, ha favorito lo sviluppo di misuratori di potenza ottica per uso generale, ad elevatissima precisione. Il fattore più importante in un misuratore di potenza ottica per uso generale è quello relativo al margine di imprecisione di misura massimo garantito. ML9050A è stato sviluppato (Anritsu Italia S.p.A.: via Paracelso 14, Agrate Brianza, MI) in modo da poter essere uno standard di lavoro per la calibrazione del valore assoluto di potenza ottica ed è particolarmente adatto per la calibrazione di misuratori di potenza ottica per uso generale. Poiché viene utilizzato un sistema di assorbimento Ni-P a corpo scuro per l'assorbimento della potenza ottica, l'affidabilità di ML9050A è ampiamente migliorata rispetto alle apparecchiature precedenti; Ni-P infatti non risente dell'umidità ed ha una struttura immune alle vibrazioni.

Il germanio amorfo, che ha un rapido tempo di risposta termoelettrica, è stato utilizzato come materiale per la trasduzione termoelettrica (costante di tempo: circa 1,8 s).

ML9050A è diventato lo standard di lavoro per la misurazione di potenza ottica poiché ha una elevatissima precisione di misura, garantita entro il ± 2%, e può

operare in un ampio spettro di potenza: da − 10 a + 10 dBm.

ML9050A può misurare la potenza ottica sia da un fascio luminoso che da una fibra ottica con un'elevatissima precisione e un tasso massimo di errore garantito entro il ± 2% in tutta la gamma di potenza ottica misurabile (da − 10 a + 10 dBm).

Per mantenere questo elevatissimo livello di precisione, ML9050A utilizza una funzione di calibrazione DC che compensa le variazioni della sensibilità dello strumento che possono risultare da variazioni marginali della temperatura ambiente.

ML9050A ha inoltre una funzione di «media» che dà la possibilità all'utente di effettuare la media tra 10, 100 o 1.000 misure. La media del segnale accresce la stabilità della misura di segnali di basso livello, che spesso sono soggetti a fluttuazioni relativamente ampie.

(3978)

EUTELTRACS: SISTEMA DI COMUNICAZIONE VIA SATELLITE IN GRADO DI RICEVERE, TRASMETTERE ED INDIVIDUARE POSIZIONI — La società ALCATEL/SEL di Stoccarda, sussidiaria della ALCATEL/NV, ha firmato un accordo con la QUALCOMM Inc. di San Diego CA allo scopo di fornire un sistema unificato di comunicazione via satellite a compagnie di trasporti su strada ed altre società utilizzanti mezzi mobili in Germania, Austria e Svizzera. L'accordo prevede vendita, installazione e manutenzione di EutelTRACS, il primo sistema di comunicazione per veicoli commerciali in grado di consentire ricezione e trasmissione di messaggi a mezzi mobili terrestri.
Il network test e le future installazioni potranno avvalersi di già disponibili ricetrasmittenti (transponders) a bande di frequenza KU proprie del satellite EUTELSAT (European Telecommunication Satellite, la cui orbita geostazionaria comprende Europa, parti dell'Africa e Medio Oriente) che sarà in collegamento con un centro EutelTRACS Network europeo.

(3965)

CONVERTITORE DC-DC LOGICHE ECL — La SGS-THOMSON Microelectronics (viale Milanofiori, Strada 4/pal. A4, Assago - MI) ha ampliato la propria famiglia di moduli isolati per la conversione DC-DC, denominata GS-I con l'introduzione di un modulo specificamente progettato per applicazioni ECL. GS-315-5.2 è un modulo da 3W in grado di generare un'uscita isolata a 5,2V a partire da un ingresso standard a 5V.

Il modulo occupa un volume complessivo di un solo pollice cubo (33 × 33 × 16,5 mm) e offre un isolamento minimo di 750 Vdc fra gli ingressi e le uscite, oltre a disporre di una protezione continua di corto circuito. Altre caratteristiche particolarmente rilevanti sono una tolleranza sulla tensione di uscita di ± 160 mV e una corrente massima di uscita di 660 mA.La corrente massima di uscita è garantita, senza alcuna variazione, fino alla massima temperatura di funzionamento del modulo, pari a 70 °C.

Il modulo integra un filtro di ingresso che riduce la corrente riflessa in ingresso per minimizzare il rumore totale di sistema. In stato di riposo, la corrente di ingresso è di 30 mA massimi e il ripple sulla tensione di uscita è di soli 5 mV. Il modulo GS-315-5.2 ha un MTBF superiore alle 300mila ore ed è particolarmente adatto per l'impiego in quelle applicazioni nelle quali sia richiesta un'elevata affidabilità unita a un ingombro particolarmente ridotto.

(3971)

CONVERTITORE DIGITALE-ANALOGICO CON SOPPRESSIONE DELL'IMPULSO SPURIO DI GLITCH — Il nuovo DAC-02320 della Data Device Corporation (DDC) (In Italia: Microelit S.p.A., Via Sardegna 1, Milano) rappresenta l'unico convertitore digitale analogico da 12 bit completamente integrato con soppressione dell'impulso spurio di glitch.

Il convertitore con uscita in tensione abbina dimensioni contenute ad una velocità di conversione di 15 MHz. Ciò lo rende estremamente prezioso per applicazioni del tipo dei CRT ad alte prestazioni nei quali non si potrebbe lavorare con i convertitori digitale/analogici ad alta velocità di tipo tradizionale, per via degli impulsi di rumore noti sotto il nome di glitch. Il DAC-02320 è provvisto di un'uscita con track and hold che permette di eliminare i glitches, di un registro d'ingresso e di una tensione di riferimento ad alta precisione.

Questo prodotto rappresenta l'ideale per applicazioni con schermi CRT di tipo Vector-stroke nei quali ogni carattere alfanumerico viene tracciato indipendentemente e dove la presenza di glitches provocherebbe perdite di nitidezza. Le applicazioni sopraddette comprendono apparecchiature CAD, generatori di forma d'onda, apparecchiature di autodiagnostica e schermi CRT a bordo per aerei.

Il DAC-02320 è disponibile in due diverse selezioni di linearità 13 bit (+/− 0,006%) e 12 bits (+/0,012%). Sono previste tre tensioni d'uscita programmabili, +/− 10, +/− 5 e da 0 a 10 volt, mentre il tempo di risposta è di 200 nanosecondi.

Il DAC-02320 è racchiuso in un contenitore metallico ibrido da 26 pin che misura solamente 1,3 × 0,79 × 0,2 pollici (33 mm × 20 mm × 5 mm). La gamma delle temperature di lavoro può essere scelta in alternativa da − 55 + 125 °C o da 0 a + 70 °C, ed è possibile anche un'esecuzione conforme ai requisiti delle specifiche militari.

Questo convertitore è stato concepito specificamente per affiancarsi all'unico altro convertitore digitale-analogico a soppressione degl'impulsi di glitch, il convertitore digitale-analogico DDC modello 02310.

(3979)

DIODI SCHOTTKY PER COMMUTAZIONE DI POTENZA — SGS-THOMSON Microelectronics (viale Milanofiori, Strada 4/Palazzo A4 Assago - MI), uno dei principali produttori mondiali di dispositivi discreti di elevata potenza, ha presentato una famiglia di diodi Schottky di potenza che può essere utilizzata in una vasta serie di applicazioni che richiedono la commutazione di potenza.
La famiglia di prodotti STPS comprende diodi semplici e duali alloggiati in contenitori di tipo through-hole o per montaggio superficiale, con correnti da 3 a 30A.

I diodi Schottky sono particolarmente adatti per circuiti di rettificazione a bassa tensione, grazie al basso valore della caduta diretta di tensione; ciò migliora inoltre l'efficacia complessiva di commutazione. Nel caso della famiglia di STPS, la caduta di tensione alla massima corrente media diretta specificata è di 0,63V massimi, a 25 °C. Questo valore raggiunge gli 0,57V massimi a 125 °C. La tecnologia di realizzazione della barriera Schottky permette inoltre il raggiungimento di elevatissime velocità di commutazione, rendendo questi dispositivi particolarmente adatti per l'impiego in applicazioni ad alta frequenza.

La famiglia in questione comprende 20 diversi tipi di dispositivi, che vanno dal componente STPS320S, un diodo singolo da 3A e 40V alloggiato in un contenitore plastico SOD15 per montaggio superficiale, al dispositivo STPS3045CP, un rettificatore duale di tipo centre-tap specificato a 30A e 45V alloggiato in un contenitore 2OT93.

Fra gli altri contenitori disponibili per questa famiglia di dispositivi vi sono: TO-220AC per diodi singoli e TO-220AB per configurazioni di diodi duali.

La famiglia STPS è particolarmente adatta per realizzare inverter a bassa tensione ed alta frequenza e in molteplici applicazioni per la protezione di polarità e di tipo «free-wheeling». Fra le applicazioni tipiche vi è la rettificazione dell'uscita secondaria di alimentatori a commutazione o l'impiego come diodi di bloccaggio in driver per motori, realizzati con power MOSFET.

(3985)

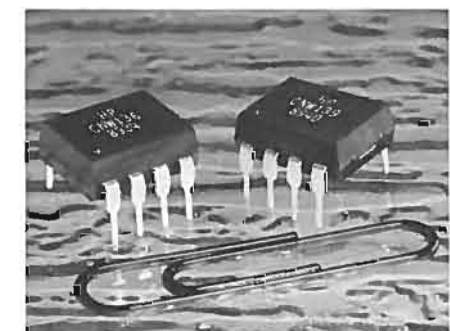
ACCOPPIATORI OTTICI AD ELEVATO ISOLAMENTO — La Hewlett-Packard (In Italia: Via G. Di Vittorio, 9) Cernusco S/N - MI) ha annunciato l'introduzione sul mercato dei primi di una serie di accoppiatori ottici che utilizzano packages ad alto isolamento e circuiti integrati ad elevate prestazioni.

I modelli CNW135/6 e CNW4502 sono accoppiatori ottici ad alta velocità, mentre i modelli CNW138/9 sono accoppiatori ottici ad alta velocità con uscita Darlington. Tutti questi dispositivi sono racchiusi in contenitori «Wide-Body» conformi alle norme di sicurezza mondiali.

La serie è stata sviluppata in seguito ad un accordo tra Hewlett-Packard e Philips.

Questi nuovi accoppiatori trovano applicazione nel mercato industriale, in quello della strumentazione per ufficio, del processamento dati, ecc.

I modelli CNW135/6, CNW4502 e CNW138/9 sono elettricamente equivalenti agli accoppiatori HP 6N135/6, HCPL-4502 e 6N138/9 che sono disponibili nei package sia DIP a 8 pin che standard. Differenze si possono riscontrare nel package e nei pin (i nuovi accoppiatori hanno infatti un package «Wide-Body» con 400-mil pin anziché 300-mil tipici).

(3984)

SISTEMA DI PROVA PER CANALI PCM — L'MS371A/A1 di Anritsu (via Paracelso 14, Agrate Brianza - MI) è presente sul mercato italiano da circa un anno ed ha già riscosso l'interesse di molti tecnici per la sua grande versalità che permette di testare il canale PCM con misure A-A, A-D, D-A, D-D, misure di Return Loss, diafonica, bilanciamento, distorsione sulla segnalazione filo E e M, etc, consentendo inoltre di documentare i risultati con la stampante termica incorporata.

Lo strumento può simulare e rivelare allarmi sulla interfaccia 2Mbit (AIS, FRAME LOSS, MULTIFRAME LOSS) e verificare le strategie di allineamento.

L'MS371A/A1 può accedere ai bit A, B, c, d, preposti al trasporto delle informazioni della segnalazione associata al canale e fare misure di distorsione oltre che segnalarne lo stato.

Lo strumento è inoltre il grado di generare jitter e di misurare jitter secondo la RACC.0.171 CCITT.

Questo PCM Channel Analyzer permette all'utilizzatore di selezionare un canale 64 Kbit e di ascoltarne il contenuto con un altoparlante incorporato oppure, utilizzando cuffia e microfono è possibile parlare e ascoltare. Tutto questo in uno strumento compatto. (4010)

ACCUMULATORI NON TOSSICI — Elemento di elevatissima tossicità, il cadmio contenuto nelle minuscole pile che vengono poi buttate nella spazzatura, si diffonde nell'ambiente sotto forma di vapori o di polvere durante il suo incenerimento. Tale forma d'inquinamento, difficilissima da sradicare attraverso la sola informazione del pubblico, potrebbe finalmente essere eliminata grazie a un programma di ricerche intrapreso dall'Istituto Battelle di Ginevra: un gruppo di ricercatori dell'Istituto (7, route de Drize, 1227 Carouge/Ginevra), sotto la direzione del dott. Reimar Schmitt, ha trovato infatti un metallo di sostituzione. I risultati dei lavori di ricerca sono stati recentemente trasmessi all'Ufficio federale svizzero dell'educazione e della scienza, per conto del quale le ricerche erano state iniziate.

Il recupero e il riciclaggio delle grosse batterie al nichel-cadmio si stanno ormai generalizzando, ma l'utilizzazione da parte del pubblico di enormi quantità di accumulatori e batterie minuscoli ha dato origine a un eccedente di materie tossiche nei centri di trattamento dei rifiuti.

L'Istituto Battelle ha dunque messo in cantiere un programma di ricerche per trovare una lega che potesse sostituire il cadmio negli accumulatori al nichel-cadmio a tenuta stagna, beninteso con la stessa capacità e di tensione equivalente a quella dei migliori prodotti oggi commercializzati.

Un brevetto era già stato depositato da Battelle oltre venti anni fa, definendo allora le basi che avrebbero permesso più tardi di realizzare un nuovo tipo di accumulatore. All'epoca ebbero luogo i primi tentativi per sostituire il cadmio con un idruro a base di lega di titanio. Per poter sostituire il cadmio, l'idruro di titanio-nichel deve anch'esso poter ricombinare l'ossigeno che si forma a livello dell'elettrodo positivo in caso di sovraccarica. I lavori dell'Istituto Battelle hanno potuto dimostrare che l'idruro di titanio-nichel garantisce la stessa reazione — ciò permette dunque di disporre delle basi necessarie per la realizzazione di un accumulatore a tenuta stagna esente da cadmio.

Malgrado le preoccupazioni sempre crescenti per conciliare progresso tecnico ed esigenze ecologiche, la situazione lascia però intravedere ottime possibilità future per gli accumulatori al nichel-idruro. Altre imprese hanno infatti intrapreso ricerche che vanno nella stessa direzione presa da Battelle nell'adempimento del mandato che il governo svizzero ha confidato all'Istituto.

I grandi fabbricanti di pile, i giapponesi per primi, hanno oggi gli occhi puntati sull'immenso mercato che potrebbe aprirsi a breve scadenza.

Se gli accumulatori «puliti» offrono più o meno le stesse prestazioni di quelli della generazione precedente, hanno però lo svantaggio d'essere molto più cari. Anche la produzione in grande serie di tale tipo di pila non potrebbe impedire un aumento che situerebbe il costo dei nuovi prodotti a un livello molto più alto di quello dei prodotti oggi commercializzati. (4008)

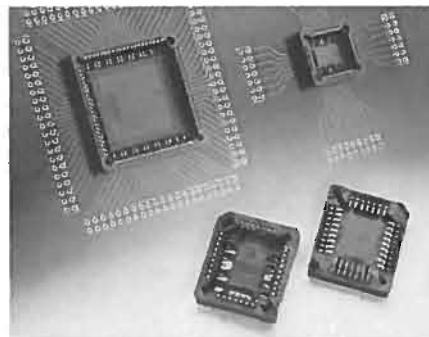
LIMITATORE DI CORRENTE PER APPARECCHI DOMESTICI ED INDUSTRIALI — MATTHELEC (In Italia contattare il CITEF, Centro d'Informazioni sulle Tecniche Francesi, Via Camperio, 14 - Milano) produce LOGUT 3AD12, un limitatore di corrente, destinato all'alimentazione elettrica di apparecchiature sia domestiche che industriali, che ha la funzione di ridurre le sovratensioni all'interno di un circuito elettrico che alimenta una carica induttiva o auto-induttiva.

Consente una calibrazione controllata dell'intensità nominale di utilizzo e interviene sia al momento della messa sotto tensione che in caso di micro-cali di tensione, senza provocare interruzioni di alimentazione del carico o possibili interferenze sulla rete elettrica.

Fissato con una fascetta di alluminio dotata di vite autofilettante, è disponibile per una gamma di tensioni da 180 a 250 volt. La sua fabbricazione avviene per fusione a stampo, procedimento che ne assicura la protezione da contatti diretti. (4012)

NUOVI ZOCCOLI PLCC A BASSO PROFILO — La Du Pont Electronics (V. A. Volta 13, Cologno Monzese - MI) ha introdotto sul mercato un nuovo tipo di zoccoli a montaggio superficiale utilizzabili con normali chip carrier in plastica (PLCC) che hanno lo stesso footprint del circuito integrato (IC), un profilo inferiore a 4,67 mm e sono disponibili in posizioni 28, 32, 44, 52, 68 e 84. Il corpo è realizzato in polifenilensulfide (PPS) resistente alla temperatura e i contatti «loop bellow» sono in bronzo fosforoso stagnato.

Gli zoccoli sono del tipo anti-corto circuito; hanno ampie aperture sul fondo per agevolare le operazioni di pulizia e il controllo successivo alla saldatura e sono provvisti di scanalature per l'attrezzo di estrazione. A richiesta, sono disponibili anche con spine di polarizzazione.

I nuovi PLCC hanno un angolo di riferimento che ne facilita l'orientamento visuale per il corretto posizionamento sulla scheda e sono inseriti in tubi plastici antistatici che ne consentono il posizionamento automatico. (4009)

RADIOTELEFONO PORTATILE — Per il servizio radiomobile cellulare a 900 MHz, in funzione anche in Italia, Bosch propone il modello portatile **Handy PTR 900**, per un impiego «libero», che si affianca al modello trasportabile Transpac 3132/3133.

L'**Handy PTR 900**, grazie alle sue dimensioni e peso ridotti (pesa 660 grammi), può essere facilmente portato in borsa o in tasca. Le principali caratteristiche sono: 99 memorie alfanumeriche, ripetizione dell'ultima chiamata, allarme di batterie scariche, blocco elettronico della tastiera, kit di installazione in vettura, su richiesta, con funzionamento a viva voce.

Il **Transpac 3132/3133** (3132 con illuminazione arancio, 3133 con illuminazione verde) è un apparecchio trasportabile, completamente autonomo ed adatto a funzionare ovunque, perché alimentato dalle proprie batterie e servito dall'antenna di corredo.
Viene fornito con caricabatterie da rete 220 V e cavo per alimentazione dalla presa per accendisigari. Come opzione, è disponibile un kit di ambientazione «veicolare», con cui può essere velocemente trasformato in apparato veicolare a tutti gli effetti. (3976)

AMPLIFICATORI OPERAZIONALI AD ALIMENTAZIONE SINGOLA — In risposta alla richiesta dei progettisti di poter disporre di amplificatori con un range di temperatura più esteso per applicazioni automotive e di controllo industriale, Intesi ha annunciato la disponibilità di due versioni della serie dei famosi amplificatori operazionali in CMOS LMC660 e LMC662 di National Semiconductor, a range di temperatura esteso. Dedicato a soddisfare le richieste di operabilità alle più alte temperature, come, per esempio, unità di controllo posizionale nel cofano motore di un'auto dove la temperatura può facilmente salire oltre gli 85 °C, LMC660E e LMC662E sono in grado di operare su di un range di temperatura di ±40 °C + 125 °C. Questa caratteristica li rende particolarmente indicati per applicazioni automotive ed industriali come unità di controllo motore, accensione elettronica, sensori di pressione e monitoraggio del processo di fabbrica.

LMC660E, amplificatore operazionale quadruplo, e LMC662E, amplificatore operazionale doppio, sono ideali per operazioni a singola alimentazione. Nei sistemi odierni a 5 volt, gli amplificatori operazionali devono utilizzare ogni volt generato dall'alimentatore. Con l'uscita che presenta uno «swing» perfettamente rail-to-rail, LMC660E e LMC66A2E forniscono al progettista il range più ampio possibile di segnale per garantire risoluzioni più elevate e prestazioni di sistema più efficaci.

LMC660E e LMC662E presentano inoltre una bassa corrente di polarizzazione di soli 40 fA. Tale caratteristica è particolarmente utile per l'implementazione di «sample-and-hold» nelle applicazioni di monitoraggio di processo.

Entrambi i dispositivi offrono tipicamente una ampiezza di banda di 1,4 MHz assorbendo una corrente di alimentazione di soli 375 microampere per amplificatore. Tale caratteristica è importante nelle applicazioni di apparecchiature a batteria.

La capacità di dissipare meno potenza significa inoltre un utilizzo più efficace dello spazio sulla scheda utilizzando dissipatori più piccoli. Operando da + 5V a + 15V, LMC660E e LMC662E presentano un range in input di modo comune che comprende la massa. I dispositivi sono poi specificati per pilotare carichi da 600 Ohm. Da qui, l'LMC660E e LMC662E sono in grado di gestire i segnali audio nelle applicazioni telecom e radio cellulari.

Fabbricati con il processo CMOS avanzato a doppio polisilicio e a silicongate di National Semiconductor, i nuovi amplificatori sono offerti sia nei package per il montaggio superficiale da 14 e 8 pin sia in quelli dual-in-line. (3980)

ALIMENTATORE UTILIZZABILE COME CARICA BATTERIE — La Ericsson Components AB (In Italia: Corso di Porta Romana 121 - Milano) ha recentemente introdotto sul mercato un nuovo modello di alimentatore switching a completamento della Serie PLB (60-100 W).

Il nuovo alimentatore è disponibile in due versioni, PLB1116 e PLB6316, rispettivamente nei formati Eurocard (10 TE) ed Open-Frame.

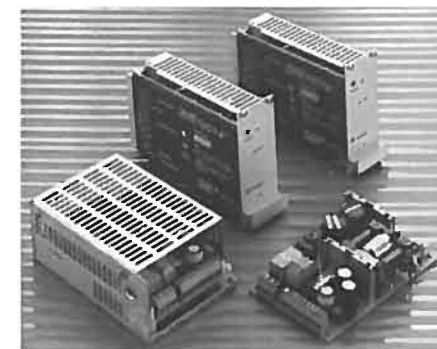
La tensione di ingresso è selezionabile tra i 115 e i 230 V_{AC} (47-400 Hz) mentre la tensione di uscita è regolabile tra i 26 e i 31 V_{DC} mediante l'uso di un potenziometro. La potenza è di 100 watt con un hold-up time di 30 ms.

L'alimentatore trova il suo principale impiego in applicazioni come carica batterie a 24 volt o come sorgente di tensione a 28 volt.

L'estrema facilità di collegamento in serie e parallelo, rende possibile la realizzazione di sistemi di carica batteria a 48 V, sistemi di alimentazione ridondanti o di potenza superiore.

La serie PLB comprende 11 modelli disponibili in varie versioni.

Tutti i modelli sono conformi alle normative internazionali VDE 0871 B ed FCC 15 JB per la soppressione delle componenti RFI e tutti possiedono le omologazioni UL 478/1012/1950, VDE 0805/0806 e CSA 22.2 relative alla sicurezza.

Grazie al sovradimensionamento dei componenti impiegati ed all'ottimizzazione di una topologia circuitale di tipo Fly-Back, che ne riduce il numero e lo stress, gli alimentatori della serie PLB hanno un MTBF di 300.000 ore a 35 °C in condizioni di pieno carico, con un rendimento superiore all'85%. (3975)

ATTIVITÀ INTERNAZIONALE
nell'ambito della Diffusione Radiotelevisiva

a cura di R. CAPRA

LE OLIMPIADI INVERNALI TRASMESSE IN TELEVISIONE AD ALTA DEFINIZIONE
Albertville, 8-23 febbraio 1992

Le Olimpiadi invernali, tenutesi nell'Alta Savoia ad Albertville dall'8 al 23 febbraio 1992, sono state l'occasione di sperimentare per la prima volta la diffusione in diretta dello standard televisivo europeo ad Alta Definizione (HDMAC) destinato in un prossimo futuro al grande pubblico; le ditte costruttrici prevedono l'inizio della commercializzazione di televisori adatti nel 1995.

In questa circostanza sono state predisposte circa 100 «sale visione» in tutta Europa e quattro in Italia, nelle Sedi Regionali della RAI di Milano, Napoli, Roma e Torino. Una buona percentuale dei futuri utenti ha così potuto apprezzare su grande schermo la qualità delle immagini e del suono provenienti da Albertville.

Per giungere in Italia il segnale, generato dalle telecamere presenti sui campi di gara, veniva codificato in HDMAC e successivamente inviato su fibra ottica a Parigi e di qui, precisamente da Bercenay, era trasmesso al satellite TDF (TeleDiffusione de France) sul canale 17 di Antenne 2. Ricevuto a Redu (Belgio) nella stazione dell'ESA (European Satellite Agency) grazie ad antenne paraboliche di 9 metri di diametro, il segnale veniva ritrasmesso al satellite Olympus e da questi irradiato sull'Italia e Paesi confinanti in polarizzazione circolare sinistra sul canale 24 di RAISAT (12.168 MHz).

Per poter essere inviato ai proiettori per grande schermo della ditta Seleco, il segnale, ricevuto con antenne da 1 metro e 80 centimetri di diametro, veniva decodificato dagli apparati che la Nokia a Torino, la Philips a Milano e Roma e la Thomson a Napoli avevano predisposto, insieme ad un prototipo di televisore HDMAC situato in una saletta (circa 10 posti) posta in prossimità della sala visione.

Come redazione di questa rivista, siamo stati cortesemente invitati dalla Sede Regionale RAI per il Piemonte alla proiezione della Cerimonia inaugurale delle Olimpiadi invernali nella deliziosa sala visione di Via Verdi 16 a Torino.

Nell'accogliente ambiente, l'interesse era subito attratto dalle vetrine in cui, sapientemente disposti ed illuminati, erano esposti gli storici cimeli del Museo della Radio e della Televisione, intitolato ad Enrico Marchesi. Nella sala si poteva inoltre vedere la più recente produzione Nokia di televisori D2-MAC a formato cinematografico 16/9.

Prima della Cerimonia inaugurale abbiamo partecipato, insieme ai numerosi presenti, ad una radioconferenza, con collegamento video dalla sede RAI di Napoli, durante la quale il Vice Direttore Generale della RAI, dott. Massimo Fichera, il Direttore del Supporto Tecnico RAI, ing. Mario Lari ed i Responsabili della Seleco, Nokia, Philips e Thomson hanno compiutamente illustrato l'esperimento che stava per iniziare. Un ulteriore intervento sull'argomento, dopo il saluto del Direttore della Sede RAI per il Piemonte, dott. Emilio Pozzi, è stato effettuato dal Direttore del *Centro Ricerche* RAI, ing. Gianfranco Barbieri.

È da sottolineare, oltre alla sperimentazione tecnica, che per l'occasione la RAI e Savoie 1250 (organizzatrice francese della manifestazione) hanno predisposto un vero e proprio palinsesto di trasmissioni HDMAC, con 210 ore di programmazione comprendenti, oltre ovviamente allo sport (circa 170 ore), documentari, cinema, musica e telegiornali.

(4013)

90° ANNIVERSARIO DEL PRIMO COLLEGAMENTO RADIOFONICO TRA IL VECCHIO ED IL NUOVO MONDO
Torino, 12-16 Dicembre 1991

Su iniziativa del Museo della Radio e della Televisione RAI di Torino, il *Centro Ricerche* RAI ha predisposto nei propri locali, in collaborazione con la sezione A.R.I. di Torino, una stazione rice-trasmittente operante, dal 12 al 16 dicembre 1991, su tutte le bande radio-amatoriali, per diffondere in Italia ed in tutto il mondo il ricordo di un significativo evento avvenuto esattamente 90 anni prima.

Infatti, il 12 dicembre 1901 lo scienziato-tecnologo-imprenditore Guglielmo Marconi realizzò il primo esperimento di radiocomunicazione a grande distanza.

Il segnale della lettera «S» in codice Morse (tre punti), proveniente dalla potente stazione fatta costruire in Europa a Poldhu di Cornovalia (G.B.), fu ricevuto in fonia, dopo aver superato la curvatura terrestre, a St. John di Terranova in Canada.

Alle ore 12.20 locali lo scienziato, dopo aver chiaramente percepito in cuffia il segnale proveniente da 3200 km di distanza, passò l'auricolare al suo assistente e pronunciò la celebre frase «Can you hear anything, mister Kemp?». In quell'istante si può dire ebbe inizio la «società della comunicazione».

La stazione radio-amatoriale, denominata IR1 RAI (nell'alfabeto Nato: India/Radio/One), ha operato nelle bande 40-80 metri sia in fonia che in telegrafia e nelle bande 20-15-10 metri in fonia e in packet su personal computer.

(4014)